COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 MAI 1873.

PRÉSIDENCE DE M. DE QUATREFAGES.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a faite dans la personne du baron *J. de Liebig*, l'un de ses Associés étrangers, décédé à Munich, le 18 avril, à l'âge de soixante-dix ans, des suites d'une pneumonie, à laquelle sa santé, altérée depuis ces dernières années, n'a pu résister.

M. le baron de Liebig laisse de si grandes œuvres, que sa perte sera vivement sentie dans toutes les Académies. Notre Compagnie, où il avait rencontré ses meilleurs maîtres et ces premiers protecteurs du talent naissant dont il avait gardé un profond souvenir, ne saurait oublier qu'aux époques les plus fécondes de sa vie scientifique, il y trouvait aussi des collaborateurs, des émules et depuis longtemps des confrères.

M. Liebig avait été élu, le 4 juillet 1842, Correspondant pour la Section de Chimie, en remplacement de feu *Arfwedson;* il avait été élu Associé étranger le 13 mai 1861, en remplacement de feu *Tiedemann*.

M. le Secrétaire perpétuel annonce également à l'Académie la perte qu'elle a faite dans la personne de M. *Hansteen*, Correspondant pour la Section de Physique depuis le 8 avril 1833. Il avait été élu en remplacement de *Leslie*.

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur dégagée dans la réaction entre l'eau, l'ammoniaque et les terres alcalines, chaux, baryte et strontiane; constitution des solutions alcalines;* par M. BERTHELOT.

I. — AMMONIAQUE.

« 1. J'ai mesuré la chaleur dégagée par la dissolution du gaz ammoniac sec dans l'eau.

	Cal
$AzH^3 + 250\,H^2O^2$ a dégagé................	$+8,88$
$AzH^3 + 280\,H^2O^2$ »	$+8,91$
$AzH^3 + 370\,H^2O^2$ »	$+8,66$
Moyenne................	$+8,82$

	Cal
MM. Favre et Silbermann avaient trouvé..............	$+8,74$
M. Thomsen..................................	$+8,44$.

Ce dernier chiffre semble un peu faible.

» 2. *Dilution des solutions d'ammoniaque jusqu'à* $200\,H^2O^2$.

Composition de la liqueur primitive.	Poids de AzH^3 dans 1^k.	Densité.	Chaleur dégagée $= Q$.
	gr		Cal
$AzH^3 + 0,98\,H^2O^2$ (saturée à $-16°$)......	491	»	$+1,285$
$AzH^3 + 1,00\,H^2O^2$ »	485	»	$+1,265$
$AzH^3 + 1,07\,H^2O^2$ »	469	0,860	$+1,17$
$AzH^3 + 1,87\,H^2O^2$ »	305	»	$+0,48$
$AzH^3 + 3,00\,H^2O^2$ »	239	»	$+0,385$
$AzH^3 + 3,55\,H^2O^2$ »	210	»	$+0,32$
$AzH^3 + 5,77\,H^2O^2$ »	141	»	$+0,21$
$AzH^3 + 9,5\,H^2O^2$ »	46	»	$+0,02$
$AzH^3 + 54,2\,(1^{éq} = 1^l)$..................	17	»	$+0,00$
$AzH^3 + 110\,(1^{éq} = 2^l)$..................	8,5	»	$+0,00$.

» 3. En général, $AzH^3 + nH^2O^2$ dégage, par la dilution,

$$Q = \frac{1,27}{n},$$

formule qui représente une hyperbole équilatère, comme pour les hydracides. *La chaleur dégagée par la dilution est,* de même, *en raison inverse de l'eau déjà unie avec l'ammoniaque;* mais les valeurs numériques sont environ neuf fois aussi faibles pour l'ammoniaque que pour les hydracides, ou même pour les alcalis concentrés, dissous dans une quantité d'eau équivalente. Cette différence est due sans doute à ce que les hydracides et les alcalis forment avec l'eau certains hydrates stables, tan-

dis que l'ammoniaque engendre seulement des hydrates à l'état de dissociation.

» L'existence de ces hydrates est établie tant par la chaleur dégagée que par leur cristallisation à basse température; mais ils sont instables, car le vide ou un simple courant gazeux en sépare, à froid, la totalité de l'ammoniaque.

» La dilution de l'ammoniaque cesse de donner lieu à des effets thermiques appréciables à partir de $9H^2O^2$ environ, c'est-à-dire d'une concentration voisine de celle pour laquelle la dilution de la potasse ou de la soude commence à absorber de la chaleur.

» 4. Un volume d'eau dissout à — 16 degrés : 1270 volumes de gaz ammoniac environ. La liqueur saturée renferme moins d'oxygène qu'il ne conviendrait à un hydrate, AzH^5O^2, comparable à l'hydrate de potasse, KHO^2.

» 5. Le volume moléculaire d'une solution d'ammoniaque (*)

$$AzH^3 + nH^2O^2$$

peut être représenté par

$$V = 18n + 24 - \frac{1,2}{n}.$$

On voit que la différence entre le volume de la solution et celui de l'eau qu'elle renferme ($18n$) tend vers une valeur constante, à mesure que la liqueur devient plus étendue, précisément comme pour les hydracides. Mais, circonstance remarquable, les effets sont opposés : en effet, les solutions des hydracides se contractent quand on les étend d'eau; tandis que *les solutions ammoniacales se dilatent par la dilution,* et cela malgré la chaleur dégagée dans la réaction. Si l'on admet la densité 0,76 donnée pour le gaz ammoniac liquéfié par Faraday, on trouve même que la dilatation débute à partir du gaz liquéfié, dont le volume est $22^{cc},4$.

» 6. Ces différences deviennent plus frappantes, si l'on compose les volumes moléculaires des solutions d'ammoniaque avec celles des solutions de potasse et de soude. L'écart, très-grand dès le début, va croissant avec la dilution, puisque l'une des liqueurs se dilate, tandis que les autres se contractent.

(*) Calculée d'après la densité donnée plus haut et d'après celles de M. Carius (*Ann. der Ch. und Ph.*, XCIX, p. 163; 1856); à l'exception du dernier nombre du tableau de cet auteur, nombre évidemment inexact, et que j'ai remplacé par trois autres, dus à M. Thomsen, pour les solutions étendues.

Solutions concentrées.

	$NaHO^2 + 3H^2O^2$	$AzH^3, H^2O^2 + 3H^2O^2$	$KHO^2 + 3H^2O^2$
Occupe......	$54^{cc} + 10^{cc},3$	$54^{cc} + 41^{cc},7$	$54^{cc} + 17^{cc},4$
Différences...	$31^{cc},4$		$24^{cc},3$

Solutions étendues.

	$NaHO^2 + 200H^2O^2$	$AzH^3, H^2O^2 + 200H^2O^2$	$KHO^2 + 200H^2O^2$
Occupe......	$1800^{cc} - 5^{cc}$	$1800^{cc} + 42^{cc}$	$1800^{cc} + 4^{cc}$
Différences...	47^{cc}		38^{cc}

» Les travaux moléculaires accomplis dans la dilution de l'ammoniaque sont donc très-différents de ceux que produisent les alcalis fixes.

» 7. Les sels de l'ammoniaque et des alcalis fixes ne diffèrent pas moins dans leurs volumes moléculaires, à l'état solide ou dissout.

» Sous forme solide, le chlorhydrate d'ammoniaque (AzH^4Cl) occupe un volume ($36^{cc},5$) un peu moindre que le chlorure de potassium ($KCl = 38^{cc},5$); de même l'azotate d'ammoniaque ($AzO^6AzH^4 = 47^{cc}$) comparé à l'azotate de potasse (48^{cc}). Mettons ces sels en présence de l'eau : le chlorhydrate, comme l'azotate d'ammoniaque, se dilate d'abord en se dissolvant pour former des liqueurs saturées, le volume des liqueurs surpassant de 4 centimètres cubes environ les volumes réunis de l'eau et du sel; puis la dilution produit à la fois une absorption de chaleur et une contraction qui ramène le volume de la liqueur à être à peu près la somme de ceux de l'eau et du sel solide, pour le chlorhydrate comme pour l'azotate.

» Les deux sels de potasse, au contraire, donnent lieu à une contraction dès le début, voisine de 8 centimètres cubes pour les solutions saturées et qui croît encore de plusieurs centimètres cubes, et progressivement, avec la dilution, toujours avec absorption de chaleur.

» Entre les volumes moléculaires des solutions étendues ($200H^2O^2$) des sels de potasse et d'ammoniaque correspondants, l'écart, sans être constant, demeure voisin de 10 centimètres cubes, et c'est le volume du sel ammoniacal dissous qui surpasse celui du sel de potasse dissous, contrairement à ce qui arrive pour les sels solides.

» Un tel excès (10^{cc}) est néanmoins bien moindre que celui qui sépare les deux alcalis dissous (38^{cc}). En d'autres termes, la contraction que l'on observe dans la formation d'un sel, au moyen de l'acide et de la base étendus, est plus grande pour le sel ammoniacal dissous, et surtout so-

lide, que pour le sel potassique correspondant. Cependant la chaleur dégagée dans la formation du composé est moindre de $+1^{Cal},30$ pour le sel ammoniacal dissous.

» La substitution théorique de la potasse à l'ammoniaque dans un sel dissous produit donc à la fois un dégagement de chaleur et une dilatation, c'est-à-dire deux effets physiques que l'on a coutume de regarder comme opposés l'un à l'autre.

» Toutes ces circonstances se retrouvent, aux valeurs numériques près, dans la formation comparée des sels de soude et des sels d'ammoniaque. Elles montrent comment on passe par des travaux successifs de l'état moléculaire du gaz ammoniac, AzH^3, qui appartient à un type bien différent de celui de l'hydrate de potasse, KHO^2, à l'état moléculaire du chlorhydrate, $(AzH^4)Cl$, ou de l'azotate, $AzO^6(AzH^4)$, d'ammoniaque, lesquels appartiennent au même type que le chlorure, KCl, ou l'azotate, AzO^6K, de potassium.

II. — Chaux, Baryte et Strontiane.

» 1. J'ai mesuré la chaleur dégagée lorsqu'on fait agir sur chacune de ces bases, anhydre, hydratée et dissoute, l'acide chlorhydrique étendu : j'ai pris soin d'opérer chaque fois la dissolution *totale* de la base, précaution dont l'oubli expose aux erreurs les plus graves, à cause de la lenteur avec laquelle s'effectue l'hydratation des dernières portions de matière. Enfin la pesée de la base avant l'expérience, comparée avec le titre acide de la liqueur après l'expérience, permet de contrôler la pureté des corps employés : l'accord a été trouvé absolu pour la chaux; il existait à un demi-centième pour les hydrates de strontiane et de baryte, à un centième seulement pour la baryte anhydre, plus difficile à purifier.

» 2. J'ai trouvé (trois essais pour chaque nombre) :

CaO anhydre + HCl ($1^{éq}=6^l$)	+23,03	CaO diss. ($1^{éq}=25^l$)+HCl($1^{éq}=2^l$).	+13,98
CaO,HO+eau=sol. sat. ($1^{gr},4=1^l$).	+ 1,5	CaO sol. sat. + son vol. d'eau(*), env.	+ 0,4
BaO anhydre + HCl ($1^{éq}=6^l$).....	+27,79	BaO diss. ($1^{éq}=5^l$)+HCl ($1^{éq}=2^l$) .	+13,85
BaO,HO fondue + HCl ($1^{éq}=6^l$)...	+18,98	BaO,10HO crist. (**)+HCl($1^{éq}=6^l$).	+ 6,82
BaO diss. ($1^{éq}=5^l$)+son vol. d'eau.	+ 0,12		

(*) Ce nombre n'est pas très-sûr, à cause de la petitesse de l'écart thermométrique dont il est déduit.

(**) Cette formule, de même que celle de la strontiane hydratée, concorde avec mes analyses.

SrO anhydre (*) + HCl ($1^{éq} = 6^l$). . +27,4	SrO diss. ($1^{éq} = 10^l$) + HCl ($1^{éq} = 2^l$). +14,02
SrO, HO fondue + HCl ($1^{éq} = 6^l$) . . +18,84	SrO, 10 HO crist. + HCl ($1^{éq} = 6^l$)... + 6,48
SrO diss. ($1^{éq} = 10^l$) = son vol. d'eau. + 0,00	

» 3. Il est facile de tirer de ces nombres la chaleur dégagée dans la formation ou la dissolution des divers hydrates des terres alcalines.

1° *Monohydrates* : MHO^2.

CaO + HO = CaO, HO	dégage	+ 7,55	(**)
BaO + HO = BaO, HO	»	+ 8,81	
SrO + HO = SrO, HO	»	+ 8,6	

» Ces trois valeurs diffèrent peu.

» La dissolution de la base anhydre dans l'eau dégage :

CaO, liqueur saturée...	+ 9,05	Liqueur étendue...	+ 9,5 environ
BaO » ...	+13,94	» ...	+14,06
SrO » ...	+13,4	» ...	+13,4

Dissolution de CaO, HO, liqueur saturée...	+ 1,5
» BaO, HO, » ...	+ 5,13
» SrO, HO, » ...	+ 4,82

2° *Hydrates du second ordre.*

$BaHO^2$ + 9HO dégage	+ 12,16
$SrHO^2$ + 9HO »	+ 12,36

» La chaleur dégagée pendant la dilution d'une solution saturée de chaux semble indiquer quelque tendance à la formation d'un hydrate plus avancé que CaO, HO et analogue aux précédents ; mais il n'existe probablement qu'à l'état de dissociation dans les liqueurs :

Dissolution de $BaHO^2$ + 9HO, liqueur saturée....	− 7,03
» $SrHO^2$ + 9HO, »	− 7,54

» Nous rentrons ici dans les phénomènes normaux de la dissolution, laquelle absorbe, en général, de la chaleur.

(*) La strontiane anhydre contenait un peu de chaux, dont j'ai dû tenir compte dans le calcul. Les hydrates étaient, au contraire, tout à fait purs.

(**) Hess a donné + 6,5; Favre et Silbermann + 4,0, soit 21,0 − 17,0; les derniers auteurs donnent encore, pour la dissolution de BaO anhydre, 30,0 − 15,4 = 14,6; et pour celle de SrO, 27,3 − 14,5 = 12,8.

» 4. La chaleur dégagée pendant la formation des hydrates du second ordre est à peu près la même pour la baryte ou la strontiane que pour la potasse ($KHO^2 + 4HO$ dégage $+12,49$). Mais ce dernier composé renferme moins d'eau : chaque équivalent HO dégage $+3,12$ en s'unissant avec KHO^2, au lieu de $+1,36$ dégagé avec $BaHO^2$ ou $SrHO^2$.

» La chaleur dégagée pendant la dilution des solutions saturées de potasse rend d'ailleurs probable l'existence d'hydrates plus avancés que le précédent et analogues à ceux de baryte ou de strontiane.

» Dans tous les cas, pour les trois alcalis la chaleur dégagée par l'union de 1 équivalent d'eau varie avec le degré de la combinaison, et elle est moindre pour les derniers hydrates que pour les premiers.

» 5. Voici une autre remarque assez intéressante. Tous les nombres thermiques relatifs à la baryte ou à la strontiane, combinées soit avec l'acide chlorhydrique, soit avec l'eau, dans diverses proportions, sont extrêmement voisins; ce parallélisme, plus étroit que pour la potasse comparée à la soude, atteste l'extrême *similitude des travaux développés dans les réactions semblables que les deux terres alcalines peuvent exercer.*

III. Sur la constitution des dissolutions alcalines.

» 1. Tous ces faits concourent à établir que les liqueurs alcalines ne renferment pas les alcalis anhydres à l'état de simple solution, ni même les monohydrates alcalins; mais elles contiennent en réalité, et au même titre que les hydracides, divers hydrates définis, formés par l'association de plusieurs molécules d'eau avec une molécule d'hydrate alcalin. Certains de ces hydrates ne sont pas complétement formés dans les liqueurs concentrées; mais leur formation s'achève peu à peu par l'addition de l'eau. Énumérons les preuves à l'appui de cette opinion.

» 2. L'existence de ces hydrates dissous trouve un premier appui dans la formation des *hydrates cristallisés,* tels que ceux de potasse, $KHO^2 + 4HO$, de soude, $NaHO^2 + 3HO$ et $7HO$; de baryte, $BaHO^2 + 9HO$, et de strontiane, $SrHO^2 + 9HO$, etc.

» 3. Les épreuves physiques concourent à la même démonstration. Par exemple, M. Wüllner a reconnu, par l'étude de beaucoup de sels, que la *tension de vapeur d'eau émise par une solution saline* éprouve une diminution proportionnelle au poids du sel dissous; en appliquant la même règle aux solutions alcalines concentrées, elle ne se vérifie, d'après le même auteur, que si l'on admet pour le corps dissous la composition des hydrates cris-

tallisés KHO^2, $4HO$ et $NaHO^2$, $3HO$. MM. Rudorff et Coppet, en déterminant l'abaissement du *point de congélation* des solutions salines et alcalines, ont été conduits à la même opinion; ce dernier savant admet même l'existence de plusieurs hydrates dans les liqueurs.

» 4. Telle est aussi la conclusion à laquelle je suis conduit par les études thermiques; la chaleur dégagée indique l'existence et la formation de plusieurs hydrates successifs, sous forme solide ou dissoute.

» Mais ces hydrates, ou pour mieux dire la composition des liqueurs dans lesquelles la combinaison entre l'eau et l'alcali tend à devenir complète, paraissent assez compliqués.

» En effet, c'est au voisinage de $KHO^2 + 7H^2O^2$ et de $NaHO^2 + 6H^2O^2$ que le *changement de courbure* des lignes thermiques indique quelque chose de spécial, correspondant soit à des hydrates définis, soit plutôt, je le répète, au terme auquel la formation des hydrates véritables demeure accomplie sous l'influence d'un excès d'eau convenable.

» 5. La même opinion peut être appuyée sur les épreuves de *précipitation des sels par déshydratation*. En effet, les solutions concentrées de potasse enlèvent de l'eau à une solution saturée de chlorure de potassium, et en précipitent le sel vers 12 degrés, tant que les solutions alcalines renferment moins de $6H^2O^3$ pour KHO^2. Au delà, c'est-à-dire quand la potasse est un peu plus étendue, le phénomène cesse complétement.

» De même la solution saturée de chlorure de sodium est précipitée à froid par les solutions de soude, jusque vers la composition $NaHO^2 + 4H^2O^2$. Ce sont donc là, vers la température ordinaire, des limites d'équilibre entre l'eau et les hydrates alcalins, limites voisines de celles qui résultent des lignes de courbure.

» 6. L'existence des hydrates alcalins, incomplétement formés dans des liqueurs concentrées et qui se complètent progressivement par le fait des additions d'eau, explique, à mon avis, le changement de signe de certaines *réactions qui se renversent avec la concentration*.

» Telles sont les métamorphoses de l'oxyde d'argent en chlorure par une solution étendue de chlorure de potassium, et le changement inverse du chlorure d'argent en oxyde par une solution concentrée de potasse (Gregory). La première réaction répond à un dégagement de $+ 6^{Cal},3$ environ, nombre trop fort pour être compensé par la simple chaleur de dilution de la potasse. Il faut donc admettre que la réaction inverse s'effectue en principe entre des composés moins hydratés, sinon même séparés de l'eau; opi-

nion qui s'applique à la fois au chlorure de potassium (*) et à l'hydrate de potasse.

» Or l'observation a prouvé que le changement de signe de la réaction répond à peu près à la composition d'une liqueur renfermant $KHO^2 + 8H^2O^2$, c'est-à-dire au terme même vers lequel la formation des hydrates alcalins stables devient complète, d'après ce qui précède. On est donc autorisé à penser que les liqueurs plus concentrées renferment deux hydrates, l'un complétement, l'autre incomplétement formé; c'est l'énergie exprimée par la chaleur d'hydratation correspondant à la portion de potasse incomplétement combinée (**), qui intervient pour effectuer le travail nécessaire à l'accomplissement de la réaction inverse. J'ai déjà proposé cette explication pour les réactions inverses des hydracides. Elle me paraît rendre compte également des actions réciproques qui président à la préparation des lessives caustiques, c'est-à-dire à la décomposition du carbonate de potasse par l'hydrate de chaux, dans une liqueur étendue, opposée à la réaction inverse de la potasse concentrée sur le carbonate de chaux. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la répartition de la potasse et de la soude dans les végétaux* (5e Mémoire); par M. **Eug. Peligot.**

« Je me propose de soumettre à l'Académie la suite de mes études sur le rôle des alcalis, la potasse et la soude, dans la production des végétaux. J'ai montré, dans des Communications antérieures, dont la première remonte à l'année 1867, que, contrairement aux déductions qu'on peut tirer de l'analyse des cendres fournies par un grand nombre de plantes cultivées, ces cendres, riches en potasse, sont exemptes de soude. L'absence de cet alcali ne peut être attribuée à l'absence des sels de soude, notamment du sel marin, dans le sol et dans les engrais; car, à côté de ces plantes, il s'en développe d'autres qui renferment de la soude en notable quantité.

» Ces faits, à la vérité, ont été d'abord contestés. On a objecté que si certaines plantes cultivées ne contiennent pas de soude, il en est autrement pour ces mêmes plantes lorsqu'elles végètent dans les terrains salés, situés à proxi-

---

(*) *Voir* mes recherches sur les déplacements réciproques des acides dans leurs sels alcalins, *Comptes rendus*, t. LXXV, 435, 480, 538, 583.

(**) On s'exposerait à de graves erreurs si l'on voulait exprimer directement cette énergie par la chaleur de dilution rapportée à la totalité de l'alcali dissous; mais il serait facile de l'en déduire si l'on connaissait la proportion relative de l'hydrate, qui n'est pas encore complétement combiné dans la liqueur : j'ai donné ce calcul pour les hydracides.

mité de la mer. Je crois avoir établi que le sel qu'on a trouvé dans les cendres de ces plantes vient, non du terrain, mais de l'air qui les environne; il se fixe à la surface de la plante, par suite d'un transport purement mécanique. Les terrains conquis sur la mer, comme les polders de la baie de Bourgneuf, ne deviennent eux-mêmes propres à la culture qu'autant qu'ils ont été préalablement dessalés par l'eau pluviale; de sorte que, à partir du moment où la récolte devient productive, ils ne contiennent pas plus de sels de soude que les terres arables situées à une grande distance de la mer.

» Une autre objection m'a été faite : quelques chimistes ont pensé que, si la soude fait défaut dans les produits que j'ai étudiés, ce résultat doit être attribué à la volatilisation du sel marin pendant l'incinération des plantes.

» Je croyais avoir répondu à cette critique, lorsque j'ai insisté maintes fois sur la nécessité de pratiquer cette incinération à une température aussi basse que possible, sauf à obtenir des cendres noires ou grises, contenant, par conséquent, une certaine quantité de charbon non brûlé; néanmoins, comme c'est là une question de mesure et comme il est parfaitement exact qu'en chauffant fortement les cendres on peut en chasser complétement les chlorures qu'elles renferment, je demande la permission d'indiquer ici le résultat d'une expérience synthétique ayant pour objet de fixer la part d'erreur qu'on peut attribuer à cette disparition des chlorures alcalins.

» On a mouillé avec de l'eau contenant $0^{gr},1$ de sel marin 10 grammes de feuilles de mûrier séchées à l'air et on les a incinérées après nouvelle dessiccation; leur cendre, lessivée, traitée par l'acide azotique et l'azotate d'argent, a fourni $0^{gr},260$ de chlorure d'argent.

» D'autre part, on a déterminé le chlore préexistant sous forme de chlorure de potassium dans 10 grammes des mêmes feuilles; on a obtenu $0^{gr},013$ de chlorure d'argent, qu'on a soustraits du poids indiqué ci-dessus. Or $0^{gr},247$ de chlorure d'argent équivalent à $0^{gr},100$ de sel marin; ils représentent par conséquent exactement le poids du sel marin que j'avais ajouté aux feuilles.

» D'autres expériences, instituées dans le même but, ont donné les mêmes résultats.

» Les expériences que j'ai maintenant à faire connaître à l'Académie ont pour objet de résoudre cette question : une plante arrosée périodiquement pendant tout le temps nécessaire à son développement avec de l'eau tenant en dissolution du sel marin ou de l'azotate de soude, absorbe-t-elle une certaine quantité de soude et emprunte-t-elle au sol d'autres éléments que des plantes de la même espèce, cultivées dans des conditions iden-

tiques, arrosées les unes avec de l'eau ordinaire, les autres avec des solutions renfermant des sels de potasse ou de magnésie.

» Pour résoudre cette question, on a semé au mois de juillet dernier un nombre égal de haricots dans douze pots à fleurs en terre poreuse, d'assez grande dimension; la capacité de ces vases était de 13 à 15 litres; ils contenaient 20 à 23 kilogrammes de terre. Celle-ci avait été rendue homogène autant que possible par le pelletage : une analyse sommaire faite sur cette terre préalablement desséchée lui assigne la composition suivante :

Matières organiques	8,2
Carbonates de chaux et de magnésie	11,6
Argile	20,0
Sable	60,2
	100,0

» La terre contenait, en outre, en quantités convenables, les éléments fertilisants, la potasse, l'acide phosphorique, l'oxyde de fer, etc., qu'on rencontre dans une terre de jardin de qualité ordinaire.

» Chaque expérience a été faite en double; les pots numérotés 1 et 2 ont reçu chacun 10 litres d'eau de Seine; n°s 3 et 4, 5 litres de la même eau contenant 1 gramme de sel marin par litre et plus tard 5 autres litres contenant 2 grammes; n°s 5 et 6, 15 grammes de chlorure de potassium; n°s 7 et 8, 15 grammes d'azotate de soude; n°s 9 et 10, 15 grammes d'azotate de potasse; n°s 11 et 12, 15 grammes de sulfate de magnésie et d'ammoniaque, ces divers sels étant dissous dans les quantités d'eau indiquées ci-dessus.

» Dès le début, il a été facile de constater l'effet pernicieux du sel marin sur la végétation, alors même qu'on l'emploie à si faible dose : les plants soumis à son action étaient beaucoup plus chétifs que les autres; les feuilles étaient jaunes et contrastaient avec la coloration vert foncé des autres lots : la floraison s'est accomplie tardivement et une des tiges a péri. Après la récolte, chaque lot (tiges, feuilles et graines) pesait 75 à 100 grammes après dessiccation; le poids de celui qui avait reçu le chlorure de sodium n'était que de 55 grammes (1).

» Après la levée des graines, on a conservé dans chaque pot quatre tiges. Les pots étaient placés les uns à la suite des autres, en plein air, sans abri, reposant sur une longue planche en bois. A partir du 28 juillet jusqu'au 14 septembre, ils ont été arrosés simultanément avec la même quantité d'eau soit pure, soit tenant en dissolution les diverses substances salines à des doses déterminées; les arrosages étaient plus ou moins rapprochés selon les besoins de la plante en raison de la sécheresse ou de la pluie; du 28 juillet au 23 août, chaque lot a reçu cinq fois 1 litre d'eau contenant 1 gramme du sel employé; puis, à partir de cette époque, les plantes étant assez vigoureuses pour supporter sans inconvénient des doses plus fortes, on a employé 2 grammes du même sel pour la même quantité d'eau (soit de l'eau contenant deux millièmes) pour les cinq derniers arrosages. Le 14 septembre, les graines étant mûres, on a mis fin à l'expérience.

---

(1) Dans une autre série d'expériences, des haricots arrosés avec de l'eau contenant 1 millième de sel marin n'ont pas germé, même après le déplacement de l'eau salée par de l'eau ordinaire.

» Après la dessiccation de chacun des lots à l'air et à l'étuve, l'incinération en a été faite à une température très-ménagée. Le poids des cendres a varié entre 10 et 14 pour 100 de matière sèche.

» En les lessivant, on en a séparé les produits solubles d'avec les produits insolubles, qui sont, comme on sait, la silice, les carbonates et les phosphates de chaux et de magnésie, les oxydes de fer et de manganèse et le charbon non brûlé. La lessive étant évaporée, on obtient le *salin* qui contient les sels de potasse, quelquefois aussi les sels de soude, sous forme de carbonates, de sulfates et de chlorures.

» Le tableau qui suit donne la composition de ces cendres :

Composition des cendres des haricots arrosés avec diverses dissolutions salines.

	Nos 1 et 2. Eau (de Seine) sans addition.	Nos 3 et 4. Chlorure de sodium.	Nos 5 et 6. Chlorure de potassium.	Nos 7 et 8. Azotate de soude.	Nos 9 et 10. Azotate de potasse.	Nos 11 et 12. Sulfate de magnésie et d'ammoniaque.
Silice	7,2	15,2	13,6	10,4	12,1	13,0
Chaux	29,6	26,5	22,7	21,8	18,5	24,9
Phosphate de magnésie	11,2	9,5	8,5	9,2	8,2	11,2
Magnésie	2,0	2,4	1,6	1,5	0,9	2,0
Acide carbonique	9,0	6,1	11,8	17,1	17,8	6,9
Matières insolubles	59,0	59,7	58,2	60,0	57,5	58,0
Carbonate de potasse	33,0	6,6	4,5	28,3	28,2	23,8
Chlorure de potassium	0,6	26,5	27,2	3,4	4,7	4,7
Sulfate de potasse	7,4	7,2	10,1	8,3	9,6	13,5
Matières solubles	41,0	40,3	41,8	40,0	42,5	42,0

» En comparant les nombres fournis par ces analyses, on voit que le rapport qui existe entre les produits solubles et le résidu non soluble a peu varié; il est compris entre 40 et 42,5 de salin contenu dans 100 de cendres.

» La même remarque peut être faite à l'égard des diverses substances qui composent le produit que l'eau ne dissout pas; les différences ne sont pas assez marquées pour qu'il soit permis d'en tirer quelque déduction sur l'influence que les divers sels employés ont exercée sur la nature et sur la quantité des produits conservés par la plante. Pour faire utilement cette comparaison, il eût fallu incinérer séparément chacune des parties du végétal, les cendres des graines comparées aux cendres des tiges ou des feuilles présentant des différences bien autrement considérables que celles qui sont indiquées dans ce tableau. Ce n'était pas le but que je me proposais d'atteindre dans cette recherche.

» Il convient néanmoins de constater que l'emploi du sulfate de magnésie ammoniacal n'a pas déterminé l'absorption d'une proportion de

magnésie plus considérable que celle qui se rencontre dans les autres lots : celui qui n'a reçu que de l'eau pure en renferme exactement la même proportion (1).

» L'étude des produits solubles présente, au contraire, un grand intérêt. J'avais à y rechercher la soude introduite dans le sol sous forme de chlorure ou d'azotate, en quantité relativement considérable, à peu près égale au poids total des matières minérales que les plantes avaient absorbées ; en raison de la surface des pots, la dose de ces sels ajoutée à la terre représente environ 3000 kilogrammes à l'hectare. A aucun moment, les radicelles de la plante n'ont pu être soustraites, par la pluie ou par l'arrosage, au contact de ces dissolutions qui s'accumulaient dans le sol au fur et à mesure des progrès de la végétation. Cependant on voit, en jetant les yeux sur ce tableau, que le sel marin, l'azotate de soude ont été absolument délaissés par les plantes ; *aucune des cendres ne renferme de la soude.*

» Ce résultat m'a tellement surpris que j'ai d'abord hésité à le publier, bien que les conditions dans lesquelles il a été obtenu fussent de nature à m'inspirer quelque confiance : toutes les opérations, le dosage des dissolutions, leur emploi, la récolte, l'incinération, l'analyse des cendres, sont le produit d'un travail exclusivement personnel. En supposant que je me sois trompé en étiquetant les plantes ou leurs cendres, les conclusions resteraient les mêmes ; dans ces expériences, qui ont été faites en double, toutes les cendres ont été analysées et la soude ne s'est rencontrée dans aucune d'elles.

» Ainsi, une plante qu'on arrose pendant quarante-cinq jours avec des dissolutions de sel marin ou d'azotate de soude emprunte au terrain dans lequel elle se développe les sels de potasse qu'elle y rencontre ; elle y laisse les sels de soude qu'on a mis à sa discrétion. En comparant l'analyse des

(1) Le phosphate de magnésie ($2MgO, PhO^5$) provient de la calcination du phosphate ammoniaco-magnésien qu'on sépare au moyen de l'ammoniaque, après que la silice et la chaux ont été dosées par les méthodes ordinaires ; la magnésie qui reste dans la liqueur ammoniacale, à la suite de la séparation par le filtre du sel magnésien, est obtenue par l'addition du phosphate de soude. Il est digne de remarque que, dans ces plantes, l'acide phosphorique et la magnésie se trouvent à très-peu près dans les mêmes rapports que dans le phosphate ammoniaco-magnésien ; ce résultat vient à l'appui de l'opinion de M. Boussingault sur le rôle que ce dernier sel exerce sur le développement des végétaux. Les oxydes de fer et de manganèse que ces cendres ne renferment qu'en très-petite quantité n'ont pas été dosés séparément : ils sont précipités avec le phosphate de magnésie ammoniacal, ce qui explique peut-être l'excès de magnésie par rapport à l'acide phosphorique que ces analyses ont fourni.

salins fournis par les différents lots, on serait porté à admettre, en ce qui concerne les cendres des plantes soumises au régime de l'azotate de soude, que ce sel est resté intact et sans emploi dans le sol, puisque ces cendres ont la même composition que celles qui ont été fournies par les autres plants; mais cette supposition ne saurait être admise : on ne peut contester les propriétés fertilisantes de ce sel, qui n'agit, par conséquent, que par l'acide qu'il renferme, et qui probablement se combine, par double décomposition, avec une autre base, la potasse ou la chaux.

» Cette double décomposition est rendue évidente par la nature du salin fourni par les plantes arrosées avec le chlorure de sodium; car si ce métal ne s'y trouve pas, le chlore s'y rencontre en très-grande proportion; en effet, ce salin ne renferme pas moins de 65,7 pour 100 de chlorure de potassium. Cette quantité est sensiblement la même pour les plantes arrosées avec ce dernier sel; les autres n'en contiennent que des quantités beaucoup plus faibles : 1,4 pour 100 pour celles qui n'ont reçu que de l'eau et 11 pour 100 environ pour les autres.

» Il convient, en outre, de faire remarquer que l'addition des sels de potasse pour les lots 5-6 et 9-10 n'a pas augmenté sensiblement la proportion de cet alcali dans les cendres : pour les plantes, comme pour les animaux, la faculté d'assimilation se trouve probablement resserrée dans des limites très-étroites; aux unes comme aux autres, on ne fait pas absorber au delà de ce qui est nécessaire à leur existence et à leur développement. Ainsi, dans ces expériences, le terrain étant suffisamment pourvu de la potasse, de la chaux, de la magnésie, des acides phosphorique et sulfurique, du fer, etc., nécessaires à la végétation, les plantes n'ont rien emprunté aux dissolutions. Si le chlore, qui se trouve en quantité si considérable dans les plantes arrosées avec les chlorures alcalins, semble faire exception, ce résultat peut provenir de ce que ce terrain n'en contenait pas au début de l'expérience une quantité qui fût en rapport avec le pouvoir absorbant de la plante. Aussi, contrairement aux conséquences qu'on peut tirer d'analyses de cendres plus ou moins bien exécutées, je suis disposé à admettre que si les engrais ont la faculté d'accroître, au point de vue du poids de la récolte, la production agricole, ils modifient bien peu la nature et la quantité des produits minéraux qui s'accumulent dans la plante considérée comme individu. Les opinions de M. Chevreul sur les engrais complémentaires sont conformes à cette manière de voir, avec cette réserve toutefois que, pour la plupart des plantes cultivées, la soude doit être retranchée désormais de la liste de ces engrais.

» Pour compléter l'exposé des résultats que je viens de faire connaître à l'Académie, je dois indiquer les méthodes que j'ai suivies pour les obtenir, afin que chacun puisse apprécier les garanties d'exactitude qu'elles peuvent offrir. On sait qu'il n'y a aucune relation à chercher entre la nature d'une cendre et l'état dans lequel les éléments minéraux qui la constituent se trouvaient dans la plante vivante. Il en est de même, une fois l'incinération de la plante effectuée, des différents produits qu'on en retire; ainsi le traitement par l'eau donne lieu à des doubles décompositions desquelles il résulte que les corps qu'on sépare successivement sont, même dans la cendre, engagés dans des combinaisons fort différentes de celles dont on sépare les éléments.

« Pour rechercher la soude, la partie soluble des cendres a été traitée par l'eau de baryte en excès et soumise à un traitement que j'ai décrit précédemment avec détail; ou bien le salin est transformé en sulfate; on ajoute à la dissolution de l'acétate de baryte; la liqueur, après séparation par le filtre du sulfate de baryte, est évaporée à siccité et le résidu est chauffé au rouge naissant; on le reprend par l'eau qui ne dissout que les carbonates alcalins : ceux-ci sont transformés en chlorures.

» Le produit qui provient du traitement, par l'un ou l'autre de ces procédés, du salin des haricots soumis à l'action du sel marin ou de l'azotate de soude, a été analysé de la manière suivante : on ajoute à la dissolution d'un poids connu du chlorure ou des chlorures à analyser un léger excès de chlorure de platine; le mélange, contenu dans une petite capsule de porcelaine, est évaporé au bain-marie. On le délaye dans de l'alcool absolu, contenant le cinquième de son volume d'éther; après un repos de douze heures, on décante la liqueur qui surnage et qui est absolument limpide; on lave à plusieurs reprises, *par décantation*, avec le même liquide alcoolique, le chlorure double de platine et de potassium; après dessiccation, on pèse ce sel dans la capsule; comme il est très-dense, il se prête très-bien à ces lavages (1).

» En traitant ainsi le salin des plantes arrosées avec le sel marin, j'ai obtenu les résultats suivants :

» $0^{gr},235$ de chlorure ont donné $0^{gr},765$ de sel de platine contenant $0^{gr},2336$ de chlorure de potassium. C'est, à moins de 2 milligrammes près, la quantité de matière employée : cette matière est donc du chlorure de potassium pur.

» Pour le salin des plantes soumises à l'action de l'azotate de soude, on a pris $0^{gr},350$ de chlorure et l'on a obtenu $1^{gr},138$ de sel de platine qui représentent $0^{gr},3475$ de chlorure de potassium. La conclusion à tirer de cette analyse est la même que pour celle qui précède : c'est du chlorure de potassium pur.

---

(1) Les liqueurs décantées contiennent le chlorure de sodium mélangé avec le chlorure de platine employé en excès; le résidu qu'elles fournissent par l'évaporation étant légèrement calciné, permet d'obtenir le chlorure de sodium.

Voici une expérience synthétique qui montre le degré d'approximation que donne ce procédé : on a pris $0^{gr},300$ de chlorure de potassium et $0^{gr},062$ de sel marin; on a obtenu $0^{gr},967$ de chloroplatinate de potasse qui contiennent $0^{gr},295$ de chlorure de potassium.

» Mais comment ces résultats doivent-ils être interprétés? Quels sont les phénomènes qui se produisent quand une plante, arrosée avec le sel, retient le chlore, tandis que la soude n'est pas absorbée? La question est complexe et les éléments pour la résoudre sont bien insuffisants. Ce n'est donc qu'avec beaucoup de réserve qu'on peut hasarder quelques hypothèses.

» Au point de vue purement chimique, il faudrait d'abord savoir dans quel état se trouvent les différents éléments solubles qu'on met en contact avec un liquide qui les dissout : ainsi de l'eau salée rencontre dans la terre des sels solubles de potasse, de chaux, de magnésie, avec lesquels elle se trouve mélangée, et qui donnent lieu à des décompositions dont la constatation par des procédés directs nous échappe absolument; néanmoins, dans l'expérience faite avec le chlorure de sodium, il est permis de supposer qu'en présence du sulfate de chaux il se fait du sulfate de soude que la plante délaisse et du chlorure de calcium qu'elle absorbe. Rien ne prouve, jusqu'à présent, que le chlorure de calcium ne joue pas un rôle utile dans la production végétale, au moins dans les conditions un peu exceptionnelles que présente un terrain riche en sel marin et néanmoins propre à fournir des récoltes. Je dois rappeler d'ailleurs que l'existence du chlorure de calcium dans les sols salés et calcaires a été démontrée récemment d'une manière très-nette par M. Schlœsing, dans des expériences instituées dans une direction toute différente (1).

» Cette manière d'expliquer les faits observés ne repose que sur des faits purement chimiques : peut-être conviendrait-il de faire intervenir d'autres éléments, tels que la décomposition possible du calcaire sous l'influence simultanée du sel marin et des radicelles de la plante, la formation lente et incessante des azotates dans une terre calcaire et peu salée, etc.; mais pour aborder utilement la solution expérimentale de ces questions complexes et difficiles, il faudrait suivre et étudier la production des végétaux dans des terrains artificiels, parfaitement connus et titrés : ces recherches seraient longues et dispendieuses, et je ne suis pas en mesure de les entreprendre.

» En dehors des expériences qui font l'objet de ce travail, j'en ai fait d'autres en même temps dans les mêmes conditions sur la betterave, plante qui possède la faculté d'emprunter le sel marin au sol ou aux engrais. Je demanderai à l'Académie la permission de les lui soumettre dans une prochaine séance. »

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1326.

M. P. **Thenard**, après avoir entendu la lecture du Mémoire de M. Peligot, s'exprime comme il suit :

« Le Mémoire que vient de lire M. Peligot me rend compte d'un fait singulier qui s'est produit dans nos cultures.

» Ayant substitué à l'acide sulfurique, dans la défécation des betteraves pour distillerie, une part importante de sel marin, les fumiers qui dérivèrent des pulpes ainsi traités furent portés sur un champ argileux de bonne qualité. La récolte qui suivit (année 1865) fut de 74 tonnes de betteraves à l'hectare, chiffre anormal et très-forcé, eu égard au climat et à la nature du sol. Depuis, ce champ n'a plus donné de bonnes récoltes.

» D'après les expériences de M. Peligot, ne faut-il pas croire que le sel marin a pressé l'assimilation de la majeure partie de la potasse assimilable à bref délai, en sorte que, cette potasse ayant passé dans la première récolte et fait, par suite, défaut dans les suivantes, celles-ci, de ce fait, ont manqué? Cette explication paraît d'autant plus probable que des apports de cendres, opérés en divers points du champ, y ont produit un effet favorable. »

M. **d'Abbadie**, en faisant hommage à l'Académie du dernier fascicule de sa « Géodésie d'Éthiopie, » s'exprime comme il suit :

« Cette livraison contient enfin la 504e et dernière page de mon livre. J'y donne aussi, en dix planches, les formes et les dimensions de quelques instruments employés dans mon voyage, ainsi que les croquis des signaux relevés et les profils, faits avec la règle à calcul, de cinq chaînes de montagnes, dont une, celle du Rare, a été dessinée de deux côtés opposés. Dix cartes du pays parcouru représentent les positions relatives de plus de huit cents lieux, avec leurs altitudes en mètres, le tout ayant été déterminé par des relèvements croisés pris au théodolite. Une carte d'ensemble donne, enfin, l'indication des principaux triangles employés et des deux bases qui ont servi à en fournir les dimensions réelles. Ces bases se contrôlent mutuellement. Elles ont été mesurées astronomiquement, c'est-à-dire par des observations de latitudes, reliées ensemble au moyen d'azimuts réciproques. La première de ces bases a environ 93000 mètres de longueur; dans la seconde, qui est un peu plus grande et située à 2°,4 plus au sud, l'azimut qui fournit la différence des longitudes se déduit d'un quadrangle géodésique. Le réseau d'azimuts forme une suite liée depuis la mer par 15°36′ de latitude jusqu'à 7°51′ dans l'intérieur du continent, avec un parcours de 3 degrés en longitude. Celle-ci est établie par treize occultations d'étoiles

observées en six lieux différents. Dans une septième station, la différence de longitude qui résulte de la chaîne d'azimuts a été confirmée, à 2',8 près, par 56 distances zénithales de la Lune.

» Ce travail de Géodésie expéditive montre aux voyageurs le parti qu'on peut tirer des signaux naturels, même quand on ne peut pas les choisir comme dans la Géodésie ordinaire. En mesurant leurs hauteurs angulaires vues de chacune de mes 325 stations, j'ai pu obtenir aussi une suite continue d'altitudes relatives : leurs valeurs absolues ont été contrôlées par deux cents observations, soit du baromètre, soit surtout de l'hypsomètre.

» Si l'on veut juger de l'espace parcouru et de la direction suivie dans mon voyage des bords de la mer Rouge jusqu'à Saqa, on n'a qu'à tracer sur la carte de France une ligne droite de Calais à Bayonne.

» Outre l'usage de plusieurs méthodes nouvelles, ce qui distingue surtout mon Ouvrage, c'est la publication de tous les détails des observations. Chacun pourra donc refaire mes calculs à son gré et en apprécier les résultats. »

RAPPORTS.

NAVIGATION. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Bertin, *relatif à la résistance opposée par la carène des navires aux mouvements de roulis.*

(Commissaires : MM. Pâris, Jurien de la Gravière, Dupuy de Lôme rapporteur.)

« L'objet principal de la Note de M. Bertin est d'exposer les résultats d'expériences qu'il a faites sur la décroissance du roulis en eau calme résultant de la résistance passive des carènes lorsqu'on fait cesser la force qui a produit le mouvement de roulis.

» L'auteur termine par des considérations générales propres à faire ressortir l'importance de cette mesure de la décroissance du roulis en eau calme et dans les conditions précitées. Il signale en même temps toutefois l'insuffisance de cette mesure à certains égards pour l'étude du roulis sur la houle.

» Il a été ainsi conduit à rechercher un programme d'expériences nécessaires à exécuter, tant dans les ports qu'à la mer, pour élucider cette question du roulis des navires encore obscure en bien des points.

» Lorsqu'on veut étudier les mouvements de rotation d'un navire autour de ses axes instantanés d'oscillation latérale, abstraction faite des mouvements de translation de son centre de gravité, qui le plus souvent accom-

pagnent les mouvements de rotation, on a à tenir compte des forces suivantes :

» 1° L'action de la pesanteur agissant sur l'ensemble du corps flottant, combinée avec les forces d'inertie des diverses masses mises en mouvement.

» 2° La poussée hydrostatique de l'eau exercée sur ce corps flottant.

» 3° La résultante des actions hydrodynamiques, agissant sur ce même corps flottant et qui ont leur origine dans la vitesse relative de la surface immergée et de l'eau avoisinante. Ces actions hydrodynamiques se décomposent elles-mêmes en deux sortes : les *unes*, qui sont à proprement dire des résistances passives provenant du roulis relatif de la carène du navire, par rapport à la normale à la surface de l'eau qui la porte; les *autres*, résultant du mouvement même de cette eau et de la déformation angulaire des prismes dont sa masse peut être considérée comme composée. Suivant que le déplacement angulaire est de même sens que le roulis relatif ou de sens contraire, il active ou ralentit le roulis relatif, tandis que, les actions hydrodynamiques de la première sorte n'étant que des résistances provenant du mouvement, elles ne peuvent que le modérer et jamais le faire naître. De ces deux actions hydrodynamiques, la résistance passive des carènes résultant du mouvement même du roulis est la seule à laquelle se rapportent les essais accomplis par M. Bertin.

» L'autre action, beaucoup moins importante d'ailleurs, ne paraît susceptible que d'une évaluation théorique et approximative.

» Les expériences décrites dans le Mémoire de M. Bertin, pour la mesure de la résistance passive des carènes dans leurs mouvements de rotation latérale, se rattachent aux calculs contenus dans la Note présentée par le même auteur, le 11 avril 1870, à l'Académie des Sciences, et qui ont été publiés dans le *Recueil des Sociétés savantes*.

» Par ces calculs on a vu que :

» 1° Sur un navire soumis à une houle synchrone avec son roulis, chaque vague produirait, si les résistances passives de la carène à ce roulis n'existaient pas, une augmentation $\Delta\varphi$ d'amplitude sur un angle de roulis φ, qui serait égale approximativement à l'inclinaison Θ des vagues au point d'inflexion.

» 2° La résistance des carènes, si elle était seule en jeu dans les mêmes circonstances, produirait, d'un roulis au roulis suivant, une diminution $\Delta\varphi$ égale approximativement à $N\varphi^2$, N étant un coefficient constant pour chaque carène. Par suite de ces deux propositions, le roulis accumulé par

les vagues synchrones atteint son maximum d'amplitude quand on a

$$N\Phi^2 = \Theta,$$

d'où

$$\Phi = \sqrt[2]{\frac{\Theta}{N}}.$$

» Les expériences nouvelles de M. Bertin donnent précisément la valeur du coefficient N pour diverses carènes expérimentées par lui à ce point de vue.

» En appelant M le moment de résistance de la carène à la rotation, pour une vitesse angulaire égale à 1, et Σmr^2 le moment d'inertie du navire autour de l'axe du roulis, on trouve que l'expression analytique de N est

$$N = \frac{4}{3}\frac{M}{\Sigma mr^2} \times \text{arc de 1 degré.}$$

» N étant connu et Σmr^2 étant donné pour la durée T_u des oscillations, on peut calculer et discuter les valeurs M et rechercher ainsi les moyens pratiques de réduire l'amplitude *maxima* du roulis.

» Les valeurs de Φ, calculées ainsi par M. Bertin, au moyen des nombres qu'il a expérimentalement trouvés pour N, sont bien en rapport avec les grands coups de roulis observés pour des navires à la mer.

» En faisant Θ (l'inclinaison de la vague au point d'intersection) égal à 8°,75, on arrive aux valeurs suivantes de Φ pour les carènes qui la représentent :

Carène amphidrome de forme fine ou très-accusée, sans addition de quille latérale	23°,84
La même, avec addition de deux quilles latérales	20,41
La même, avec quatre quilles latérales	17,28
Chaland ordinaire à couples carrés	26,89
Petit remorqueur du port de Cherbourg	26,04
Transport-écurie *le Calvados*	23,03
Corvette rapide *l'Hirondelle*	20,56

» Si l'on cherche à diminuer Φ en augmentant le moment de résistance M opposé par la carène à la rotation, il faut, pour obtenir des résultats sensibles, employer des moyens très-énergiques. Aussi les valeurs de Φ pour les bâtiments essayés par M. Bertin ne diffèrent entre elles que du quart du nombre le plus fort, malgré des différences considérables dans les formes de carène, soit au maître couple, soit aux extrémités. En effet, les quatre quilles latérales ajustées à la carène du premier navire expérimenté n'ont

diminué que d'un quart environ le roulis maximum, et elles présentaient une surface de résistance comprise entre le quart et le cinquième de la surface du plan vertical longitudinal immergé.

» M. Bertin, en rapprochant l'expression de Φ, que nous avons dit être égale à $\sqrt[2]{\frac{\Theta}{N}}$, de l'expression connue de la durée du roulis, qui est $T = \Pi \sqrt[2]{\frac{\Sigma mr^2}{P(\rho - a)}}$, s'est attaché à étudier le rôle de la distribution du poids qui agit à la fois sur l'amplitude des mouvements angulaires de roulis et sur leur durée.

» Il fait voir notamment que des translations de poids propres à diminuer l'amplitude du roulis augmentent en général sa vivacité, et réciproquement; mais que toutefois une translation de poids, qui, tout en diminuant le *moment d'inertie*, diminuerait en même temps le moment de stabilité $p(\rho - a)$ dans une proportion plus forte, peut être avantageuse à deux points de vue, en modérant à la fois l'*amplitude* et la *vivacité* des mouvements de roulis.

» L'amplitude maxima φ ne suffit point pour caractériser les navires au point de vue de l'importance de leurs oscillations. Il faut distinguer, d'une part, l'amplitude maxima que M. Bertin propose d'appeler la *mobilité* et l'amplitude moyenne et habituelle qu'il appelle l'*agitation* et qui, parvenue à une réduction relative, pourrait être par opposition qualifiée de *tranquillité*.

» C'est qu'il y a en effet des navires à *grand roulis* ou à *petit roulis maxima*, des navires *agités* ou *tranquilles* qu'il ne faut pas confondre avec les navires peu *stables* ou *très-stables;* car au contraire les navires *très-stables* sont en général *très-agités* par le roulis.

» Pour arriver à mieux connaître les lois de la *tranquillité* des navires, il faudrait de nombreuses observations, et tout d'abord posséder, comme point de départ de ces observations, un instrument et un programme.

» Pour arriver à des conclusions certaines, il faut mesurer à la fois les vagues et le roulis, afin de dégager la loi suivant laquelle les roulis dépendent du rapport de leur durée à celle de la succession des vagues.

» L'instrument que M. Bertin a proposé à cet effet, et dont il a déjà donné en 1869 la première idée, présente des dispositions analogues à celles qu'a adoptées M. Fraude, occupé en ce moment, en Angleterre, à des recherches analogues, quoique indépendantes de celles qui font l'objet du travail de M. Bertin.

» Cet instrument comprend deux pendules, dont les dimensions et le moment d'inertie sont calculés de telle sorte que l'un mette 50 secondes et l'autre une demi-seconde à faire une oscillation d'un bord sur l'autre.

» Si l'on considère une vague de 5 secondes, le grand pendule aura pour période dix fois sa durée, le petit pendule le dixième de sa durée. Ces pendules ne prendront ni l'un ni l'autre de mouvement sensible qui leur soit propre.

» *S'ils ne sont pas trop loin de l'axe de rotation du roulis*, alors ils marqueront, par rapport au plan vertical longitudinal du navire, le premier le roulis absolu, le second le roulis relatif du navire sur la normale à la lame; à condition toutefois, pour la seconde assertion, que les dimensions de la lame soient considérables par rapport au volume de la carène portée sur elle. La différence de ces deux angles sera l'inclinaison des vagues.

» Des pinceaux traceurs placés en face l'un de l'autre à l'extrémité de rayons égaux donneront deux courbes dont l'examen et la discussion seront faciles.

» Cet instrument est en construction à Cherbourg, conformément à une dépêche du Ministre de la Marine du 26 décembre dernier.

» En présence de l'intérêt incontestable que présente le travail de M. Bertin, votre Commission a l'honneur de vous proposer de décider qu'il sera inséré dans le *Recueil des Savants étrangers*. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ANALYSE. — *Sur les conditions d'intégrabilité des équations simultanées aux dérivées partielles du premier ordre d'une seule fonction;* Mémoire de M. Collet, présenté par M. Bertrand. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bonnet, Puiseux, Bertrand.)

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie a pour objet l'étude des relations qui existent entre les fonctions que l'on calcule, d'après la Méthode de Jacobi, pour former, en les égalant à zéro, des équations qui, jointes à celles d'un système proposé d'équations simultanées aux dérivées partielles du premier ordre d'une seule fonction et ne satisfaisant pas immédiatement aux conditions d'intégrabilité, forment un système intégrable lorsque les équations proposées sont susceptibles d'admettre des solutions communes.

» Si $f_1 = 0$, $f_2 = 0, \ldots, f_m = 0$ sont m équations renfermant n variables indépendantes $q_1, q_2, \ldots, q_n$, et les dérivées partielles $p_1, p_2, \ldots, p_n$, prises par rapport à ces variables, d'une fonction z, qui d'ailleurs n'entre pas dans ces équations, pour que ces équations admettent des solutions communes, on sait que, en posant

$$(1) \qquad (f_i, f_k) = \sum_{h=1}^{h=n} \left(\frac{df_i}{dq_h} \frac{df_k}{dp_h} - \frac{df_i}{dp_h} \frac{df_k}{dq_h} \right),$$

les fonctions $f_1, f_2, \ldots, f_m$ doivent satisfaire, prises deux à deux, à des conditions de la forme

$$(2) \qquad (f_i, f_k) = 0,$$

conditions qui doivent être satisfaites soit identiquement, soit en vertu des équations proposées, soit enfin en vertu de relations ultérieurement établies entre les variables $p_1, p_2, \ldots, p_n, q_1, \ldots, q_n$. Dans ce dernier cas, on adjoint l'équation (2) aux proposées, et l'on soumet le nouveau système aux mêmes opérations que le premier, en opérant comme précédemment pour toute condition qui n'est pas immédiatement satisfaite, et l'on continue ainsi jusqu'à ce que l'on arrive à un système de m' équations satisfaisant aux conditions d'intégrabilité. Alors, si l'on a $m' \leq n$, il existe des solutions communes; au contraire, le problème est impossible si l'on a $m' > n$, et il suit de là que l'on peut arrêter les calculs lorsque le nombre des équations égale celui des variables.

» Mais, pour décider de la possibilité ou de l'impossibilité du problème, il ne faut conserver que des équations réellement distinctes, et, pour cela, il importe de connaître les relations qui existent *a priori* entre les fonctions diverses que l'on obtient en effectuant l'opération (1), soit avec les fonctions proposées, soit avec celles qui résultent déjà de cette opération.

» Ces relations sont remarquables et nombreuses, et les résultats auxquels je suis parvenu sont absolument indépendants de toute hypothèse particulière sur la forme des fonctions.

» J'appelle *fonctions complexes* celles qu'on déduit des fonctions proposées $f_1, f_2, \ldots, f_m$ au moyen de l'opération (1), et, parmi ces fonctions complexes, je distingue, sous le nom de *fonctions canoniques*, celles qui sont formées par des combinaisons successives de fonctions simples f_1, $f_2, \ldots, f_m$.

» Cela posé, en partant d'un lemme dû à Jacobi, je démontre d'abord

que toute fonction complexe peut se développer linéairement en fonctions canoniques; je donne la loi générale de ce développement, et, de l'étude attentive de cette loi, je déduis quelques théorèmes généraux nécessaires pour la suite de ce travail.

» D'après ce qui précède, il suffit donc de considérer les fonctions canoniques; mais elles ne sont pas toutes distinctes, et les relations qu'elles présentent peuvent se grouper en deux catégories. Les premières sont déduites de la formule identique

$$(3) \qquad (\varphi, \psi) + (\psi, \varphi) = 0,$$

où φ et ψ sont des fonctions quelconques, simples ou complexes, des variables $p_1, p_2, \ldots, p_n, q_1, \ldots, q_n$. Quant aux dernières, si l'on représente par le symbole (φ, ψ, θ) le résultat de l'opération (1) appliqué au fonctions φ et ψ, puis à la fonction obtenue et à θ, qui est une fonction analogue aux précédentes, elles seront fournies par l'identité

$$(4) \qquad (\varphi, \psi, \theta) + (\theta, \varphi, \psi) + (\psi, \theta, \varphi) = 0,$$

qui constitue précisément le lemme de Jacobi, auquel nous faisions précédemment allusion.

» En remplaçant, dans les formules (3) et (4), les lettres φ, ψ, θ par des fonctions quelconques, simples ou complexes, et développant tous les termes, on obtiendra, toutes les fois que les résultats ne seront pas identiques, des relations entre des fonctions canoniques.

» Je démontre alors que l'on a toutes les relations que peuvent donner ces formules, en supposant que les fonctions qui y entrent soient toutes canoniques; que les relations que peut donner la formule (4) ne sont distinctes de celles fournies par la formule (3) que si aucune des fonctions φ, ψ, θ n'est simple; enfin, que l'on a toutes les relations que peut donner la formule (3), en supposant que l'une des fonctions qui y entrent soit simple.

» Si aucune de ces dernières relations n'était identique, leur nombre serait précisément égal à celui des fonctions canoniques, et, par suite, les fonctions distinctes que l'on pourrait généralement déduire des fonctions données $f_1, f_2, \ldots, f_m$, par l'opération (1), formeraient un cycle fermé; mais il n'en est rien, et je démontre qu'il est des fonctions canoniques, dont je donne la forme générale, qui n'entrent dans aucune relation, et qui, par suite, sont certainement distinctes. Comme d'ailleurs on peut composer indéfiniment de ces fonctions, il résulte que le nombre des fonc-

tions distinctes que l'on peut déduire d'un groupe donné de fonctions, en leur appliquant l'opération considérée au début de cette Note, ainsi qu'aux fonctions qui résultent déjà de cette opération, est en général illimité. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Études sur les eaux publiques de Versailles.* Note de M. G. GRIMAUD (de Caux). (Extrait.)

(Commissaires : MM. Dumas, Chevreul, Élie de Beaumont, Peligot, Daubrée, Belgrand.)

« Versailles reçoit trois sortes d'eaux : 1° des eaux de source; 2° des eaux d'étangs artificiels; 3° des eaux de rivière puisées dans la Seine, à Marly, et poussées jusqu'à la butte de Picardie, au bout de l'avenue de Saint-Cloud.

» Dès le principe, les eaux de la Seine et des sources furent seules destinées à l'économie domestique. Les eaux des étangs furent recueillies surtout pour alimenter le parc avec abondance, et pour arroser et nettoyer la ville. Aujourd'hui, les eaux de source ne sont pas à considérer, leur produit étant comparativement très-faible et quelquefois nul.

» I. Les étangs sont situés sur le vaste plateau qui s'étale entre Rambouillet et Palaiseau. Ils occupent, dans leur ensemble, 685 hectares de terrain, et les surfaces versantes, à travers lesquelles serpentent les rigoles qui leur amènent les eaux du ciel, sont évaluées à 15000 hectares. Lorsqu'ils sont pleins, les étangs contiennent 7971727 mètres cubes d'eau. D'après des observations continuées pendant dix années consécutives, sous la direction de M. Vallès, la pluie permettrait de disposer annuellement de 4300000 mètres cubes.

» Les rigoles se développent sur une étendue de 157 kilomètres, dont 122 kilomètres à découvert, 34 kilomètres en souterrain, et plus de 540 mètres en viaduc. Quand on visite, pas à pas, ces rigoles et ces étangs artificiels, l'idée seule d'un pareil travail témoigne de la grandeur du monarque qui a su attirer à lui des hommes pour l'exécuter. L'un des Membres les plus illustres de l'Académie des Sciences, l'abbé Picard, est l'auteur de la théorie générale du nivellement, qu'il a vérifiée personnellement par des applications sur la plus grande échelle.

» II. L'eau des étangs aboutit, à Versailles, à deux réservoirs principaux : au réservoir de Gobert, à l'extrémité de l'avenue de Sceaux, et au réservoir de Montbauron, situé sur une hauteur entre l'avenue de Paris et l'avenue de Saint-Cloud.

» Les étangs ne sont pas tous dans les mêmes conditions. Les uns sont à bords plats; quand l'eau diminue, ils découvrent une certaine zone de terrain qui devient marécageuse. Les autres sont endigués; l'abaissement du niveau de l'eau n'a aucune influence sur eux.

» Ces eaux des lacs n'ont jamais pu être l'objet d'un danger réel pour la salubrité. S'il en eût été autrement, les successeurs de Louis XIV n'auraient-ils pas déserté le séjour de Versailles bien avant la révolution de 1793?...

» Le quartier Saint-Louis a ses maisons construites entre deux grandes pièces d'eau. D'un côté, le réservoir de Gobert présente à l'évaporation une surface de 17318 mètres carrés; de l'autre côté, en face de l'Orangerie, la pièce d'eau des Suisses étale une nappe d'eau de 120000 mètres carrés de superficie. Le quartier Saint-Louis n'a-t-il pas toujours été recherché avec le même empressement que les autres, par les chefs de famille qui, ayant leurs loisirs, veulent avoir du repos et de la santé pour le temps qui leur reste à vivre?

» III. Il ne faut pas faire le procès à l'eau de Seine, prise à Marly, et employée à Versailles pour les usages domestiques; la machine la puise en plein courant, et la distance qu'il y a de Clichy et d'Asnières ne permet pas à la contamination de produire, dans la santé publique, des offenses appréciables.

» Si l'on voulait arguer de quelques atomes d'ammoniaque, il faudrait sans doute en prendre son parti, comme on l'a pris de tout temps, en considérant qu'avec les nécessités de notre vie matérielle il n'y a, ni à la campagne, ni à la ville, nul refuge possible contre des émanations plus ou moins abondantes de ce gaz.

» Dans le monde entier et dans tous les temps, c'est le long des cours d'eau, sur les bords des rivières, que les villes se sont fondées. Le fait est que les eaux de pluie et les eaux courantes sont les meilleures, quand elles sont bien aménagées. Outre l'expérience qui démontre cette vérité, il y a la raison scientifique. Le mouvement à l'air libre et au soleil les sature d'oxygène, en même temps qu'il les débarrasse des sels qui peuvent être tenus en dissolution par des excès d'acide.

» IV. Versailles est l'une des villes de France les mieux approvisionnées en eaux publiques, soit par les étangs, soit par la Seine. Au point de vue hygiénique, le seul qui jusqu'à ces derniers temps ait été moins considéré dans cette question des eaux publiques, on arrive à cette conviction:

» *Pour les étangs*, que leur régime sera parfait quand, par la construction de

simples digues en talus, ils seront tous transformés en bassins à bords francs;

» *Pour la Seine*, que, en ajoutant aux machines Dufrayer une machine à vapeur destinée à fonctionner dans les temps de crues, la ville en retirera, à quelque époque de l'année que ce soit, tous les services qu'elle peut désirer pour ses besoins économiques. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *L'usage des débris d'animaux tuberculeux peut-il donner lieu au développement de la phthisie pulmonaire?* Note de M. G. Colin. (Extrait.)

(Commissaires : MM. Milne Edwards, Cl. Bernard, Bouley.)

« On s'est hâté, dans ces dernières années, d'après des études incomplètes, de déclarer le tubercule inoculable par les voies digestives, et de considérer l'usage de la chair des animaux phthisiques comme susceptible de déterminer l'une des plus graves maladies de l'espèce humaine. Quoique ces conclusions aient paru prématurées, elles ont causé quelque émotion, au point qu'on s'est demandé s'il n'y avait pas lieu d'interdire la vente de la viande des bêtes phthisiques, ou tout au moins d'y apporter de sévères restrictions.

» ..... Les résultats que j'ai constatés sur une trentaine d'animaux sont très-nets, et permettent de conclure que l'ingestion réitérée et en masse de la matière tuberculeuse, crue, à ses divers états, celle de la chair, du sang, des mucosités bronchiques provenant de sujets tuberculeux, ne donnent lieu ni à la phthisie pulmonaire, ni à aucune autre tuberculisation viscérale. En d'autres termes, ils prouvent, je crois, que le tubercule n'est point inoculable par les voies digestives, et que l'usage de la chair des animaux phthisiques n'offre pas les dangers qu'on lui a supposés. Je suis convaincu que ces résultats seront ceux de tous les expérimentateurs qui auront soin de ne pas opérer sur des sujets tuberculeux, et qui s'abstiendront de faire avaler par force la matière tuberculeuse, écrasée et délayée, laquelle, en tombant dans les voies aériennes, peut donner lieu à des pneumonies caséeuses, plus ou moins étendues.

» Il resterait à chercher si l'innocuité de la matière tuberculeuse dans les voies digestives est due à ce que cette matière, comme les venins et les virus, est peu endosmotique, ou à ce qu'elle est altérée et digérée à la manière des substances azotées ordinaires. J'examinerai cette question dans une autre Note. »

CHIMIE. — *Action de l'ozone sur l'alcool absolu; combinaison du cyanogène avec l'hydrogène, sous l'influence des effluves électriques.* Note de M. A. Boillot.

(Commissaires : MM. Fremy, H. Sainte-Claire Deville, Jamin.)

« Lorsqu'on fait arriver directement, dans de l'alcool absolu, l'oxygène ou l'air ayant traversé l'appareil à effluves dont j'ai donné la description, on ne tarde pas à constater la formation des acides acétique et formique; l'éther acétique lui-même paraît faire partie des composés produits dans cette circonstance. Mais, parmi ceux-ci, il en est un qui a plus spécialement attiré mon attention : c'est une poudre blanche, qui se dépose par l'évaporation à l'air de la liqueur obtenue; cette poudre est soluble dans l'alcool et dans l'eau; mais, en raison de la petite quantité que j'ai examinée, je n'ai pu encore déterminer sa nature.

» L'expérience dont j'ai déjà parlé, concernant l'action des effluves sur un mélange de cyanogène et d'hydrogène, a été répétée et a fourni de l'acide cyanhydrique en quantité notable. D'autres produits l'accompagnent; mais, comme cette opération nécessite des conditions particulières pour donner un résultat tout à fait satisfaisant, j'attends qu'il me soit possible de réaliser ces conditions pour la reprendre, car elle me semble offrir un véritable intérêt.

» L'appareil dont je me sers fonctionne toujours avec efficacité; les résultats qu'il donne ne diffèrent que par les variations de la température de la quantité d'électricité donnée par les piles, de la force de la bobine d'induction, etc. J'ai plusieurs appareils construits depuis quelques mois, et leur fonctionnement ne semble pas avoir éprouvé d'altération. »

M. de Rostaing demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 3 janvier 1859, et qui contient un Mémoire concernant l'action du fer doux sur l'aiguille de la boussole.

Ce pli est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel : le Mémoire sera soumis à l'examen d'une Commission composée de MM. Fizeau, Jamin, Dupuy de Lôme.

M. Pallas adresse une Note intitulée : « Explication des modifications de courbure qu'éprouvent les tubes courbes à parois flexibles, lorsqu'ils sont soumis à des pressions intérieures ou extérieures ».

(Renvoi à l'examen de M. Tresca.)

M. **Letellier** adresse une Note relative à un liquide dont il propose l'emploi contre le *Phylloxera*. Ce liquide, dont l'auteur a indiqué l'efficacité, il y a déjà quinze ans, contre les divers insectes, se compose de 8 grammes de potasse rouge, 8 grammes de fleur de soufre et 8 grammes de savon, dissous à chaud dans 1 litre d'eau.

M. **Stagno-Colombo** adresse une Note relative à un appareil destiné à l'emploi du pétrole contre le *Phylloxera*.

M. **Gaudin** adresse une Note concernant la production des brouillards artificiels pour prévenir la congélation de la vigne, et l'indication d'une solution saline pour détruire le *Phylloxera*.

(Ces trois Communications sont renvoyées à la Commission du *Phylloxera*.)

MM. **C. Paquelin** et **L. Jolly** adressent un Mémoire intitulé : « Recherches des principes phosphatés dans les excréments humains ».

(Renvoi au Concours de Physiologie expérimentale.)

M. **Baudon** adresse un Mémoire relatif à la « taille hypogastrique ».

(Renvoi au Concours du prix Godard.)

M. **Billet** adresse une Note concernant sa nacelle aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. **Leymerie**, nommé Correspondant pour la Section de Minéralogie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **Perrier** prie l'Académie de le comprendre parmi les candidats à la place de Membre appartenant au département de la Guerre, laissée vacante au Bureau des Longitudes par le décès du maréchal *Vaillant*.

(Renvoi à la Commission.)

M. **Bouquet de la Grye** prie l'Académie de le comprendre parmi les

candidats à la place laissée vacante au Bureau des Longitudes par le décès du contre-amiral *Mathieu*.

(Renvoi à la Commission.)

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une collection de divers Mémoires de M. *de Luca*, relatifs à la solfatare de Pouzzoles;

2° Trois ouvrages de M. Th. du Moncel, intitulés : « Études du dessin de paysage d'après nature », « Le manoir de Tourlaville » et « De Venise à Constantinople à travers la Grèce, et retour par Malte, Messine, Pizzo et Naples ». (Renvoi à la Commission nommée pour préparer une liste de candidats à une place d'Académicien libre.)

M. le Secrétaire perpétuel signale à l'Académie la première Partie d'un Ouvrage de M. *Gr. West*, intitulé : « Statistique des volumes des équivalents chimiques et questions moléculaires », et donne lecture d'une Note manuscrite, indiquant le but que s'est proposé l'Auteur :

« M. West remonte des volumes des corps composés aux volumes des corps simples; puis il se sert des volumes des corps simples pour représenter les volumes des corps composés, en ne comparant que les corps de même dilatabilité, ce qui se pratique en considérant les plus dilatables à des températures basses, et les moins dilatables à de hautes températures. En multipliant les observations sur la dilatabilité, on obtiendrait, à son avis, à l'égard des propriétés chimiques des corps et de leurs propriétés physiques, des relations d'une précision comparable à celle que les astronomes obtiennent dans la prévision des phénomènes célestes.

» Dans les substances de même dilatabilité, les volumes sont commensurables; leurs communes mesures constituent le volume *uniforme des sous-molécules*. Le même corps simple contient un certain nombre de sous-molécules, qui dépend de son rôle chimique. Dans les composés, on distingue plusieurs composants, les uns possédant la propriété des acides, d'autres celle des bases, d'autres la propriété désoxydante des aldéhydes, et beaucoup enfin le caractère des corps neutres. Les éléments composés possèdent toujours la même propriété chimique.

» Dans la Chimie organique ternaire, les éléments composés, au nombre d'une vingtaine, en s'ajoutant les uns aux autres, forment des milliers de substances; ils les caractérisent et les classent.

» L'Auteur propose une explication des volumes des sous-molécules; puis il explique l'expansion en multiples des volumes des corps simples, ou leur contraction en sous-multiples.

» L'Auteur s'appuie sur l'hétérogénéité des diverses portions d'une molécule composée, pour supposer la polarité électrique des molécules.

» A l'aide de la polarité moléculaire, il explique :

» 1° L'accord des substitutions avec l'électrochimie, ce qui fait disparaître entre deux écoles de chimistes le point de division;

» 2° Les phénomènes de l'électricité de tension ou l'étincelle électrique, sans recourir à l'hypothèse des fluides électriques;

» 3° La conductibilité électrique, ce que personne n'avait tenté de faire;

» 4° La déphlogistication des métaux;

» 5° Les actions réciproques des électrodes et leurs inductions, sans recourir à l'hypothèse des courants électriques;

» 6° Les actions réciproques entre les aimants, les substances diamagnétiques et les électrodes, sans recourir à l'hypothèse des fluides magnétiques.

» A l'aide de la chaleur atomique des substances et des vibrations de l'éther, l'Auteur croit pouvoir expliquer les phénomènes de la gravitation, tout en écartant l'hypothèse des propriétés attractives des matières pondérables.

» En attribuant à la surface des molécules des saillies et des cavités, l'Auteur ramène l'explication des actions électriques à une simple question d'arrimage.

» Enfin, en se servant des mouvements moléculaires pour interpréter la chaleur, la lumière, l'électricité, le magnétisme, les combinaisons chimiques et la gravitation, l'Auteur veut rendre palpable ce qui n'était que vaguement soupçonné, c'est-à-dire que ces diverses manifestations de la matière correspondent à des équivalents mécaniques. »

ASTRONOMIE. — *Nouvelle observation de la Comète II*, 1867. Extrait d'une Lettre de M. STEPHAN à M. Le Verrier.

	Heure de l'observ. (T. M. de Marseille).	Ascension droite apparente.	Distance polaire apparente.
1873. Mai 1.....	$13^h 17^m 24^s$	$16^h 37^m 51^s,59$	$103° 11' 52'',3$

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1873,0.

Nom de l'étoile.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
738 W. H. XVI *a.c.*	$16^h 39^m 39^s,59$	$103° 6' 19'',2$	Lal. 1. Weisse 2

« L'observation n'est pas corrigée de la parallaxe. »

PHYSIQUE. — 3e *Note sur les effets produits par les courants électriques sur le mercure immergé dans différentes solutions;* par M. **Th. du Moncel.**

« Dans mes deux dernières Communications sur l'action produite par les courants sur le mercure immergé dans les solutions de sel marin, de cyanure de potassium, etc., j'avais attribué principalement l'origine du courant secondaire, qui se produit en même temps que le courant de polarisation, à une action résultant de la combinaison des deux gaz dégagés aux deux électrodes; mais des expériences ultérieures m'ont démontré, comme je l'ai du reste indiqué dans le journal *Les Mondes* du 24 avril, que l'effet est plus complexe et doit se rapporter principalement à l'action même des métaux entrant dans ces solutions salines, et *amalgamés* au mercure sous l'influence électrique. Ce qui m'avait fait hésiter à admettre dans l'origine cette explication, c'était la croyance dans laquelle j'étais, que le potassium et le sodium, en présence de l'eau, doivent plutôt se transformer en potasse ou en soude que de s'allier au mercure, comme cela a du reste lieu avec une électrode de platine; mais ayant enlevé le globule de mercure électrolysé de sa solution, l'ayant lavé dans de l'eau distillée, et remis dans un bain d'eau distillée, j'ai reconnu qu'il dégageait encore de l'hydrogène et que l'eau était devenue *alcaline,* au point de ramener au bleu le tournesol rougi par un acide. Après cette expérience, le doute n'était plus possible, et, comme avec la solution de chlorhydrate d'ammoniaque l'amalgame d'ammonium est visible à l'œil, je pouvais bien admettre qu'il doit en être de même du sodium et du potassium. Dès lors, tous les effets que j'ai signalés dans mes deux Notes trouvent une explication très-facile.

» Les travaux que j'ai entrepris depuis sur cette question m'ont démontré que, conformément aux observations de M. Planté, le mercure employé comme électrode dans un électrolyte doit entraîner la création de courants secondaires, plus ou moins forts suivant l'énergie des effets chimiques développés à l'électrode mercurielle, quelle que soit sa polarité.

» Quand le mercure constitue l'électrode négative, ces courants secondaires proviennent le plus souvent des amalgames formés, et alors l'énergie de ces courants dépend du degré d'oxydabilité du métal allié au mercure, du degré de concentration de la solution, de la facilité plus ou moins grande que les métaux des solutions ont de s'allier au mercure, enfin de la plus ou moins grande stabilité de leur combinaison saline. La prolongation d'action de ces courants, d'un autre côté, semble être en rapport avec le temps de l'électrolysation, et dépendre des diverses circonstances qui permettent aux

métaux de s'allier en plus grande quantité au mercure. Généralement, en effet, la première action de ces courants secondaires, qui est combinée à celle du courant de polarisation dû à la réaction des éléments gazeux, reste à peu près la même, que l'électrolysation dure cinq ou quinze minutes, mais les différences sont grandes après cinq ou dix minutes d'interruption du courant polarisateur. Quelquefois aussi, il se forme sur les électrodes négatives, quand elles sont inoxydables, des dépôts particuliers qui, sans être un métal, sont susceptibles de fournir une réaction chimique énergique; c'est ce qui arrive avec la solution de sel ammoniac, quand l'électrode négative est constituée par une lame de platine; il se produit alors un courant secondaire, très-éphémère, il est vrai, qui peut atteindre au premier moment une intensité de 40 degrés, alors que cette intensité n'est guère que de 56 à 60 degrés avec l'amalgame d'ammonium, et on remarque sur la lame de platine un dépôt brunâtre qui y reste fortement adhérent.

» Une chose assez importante à constater, c'est qu'une faible proportion d'un sel capable de fournir un courant secondaire énergique, introduite dans une solution saline constituée par un sel qui ne peut en déterminer aucune, rend cette solution apte à en provoquer d'assez intenses. Ainsi une solution de sulfate de bioxyde de mercure pur ne donne lieu, avec une électrode de mercure négative, qu'à un courant secondaire à peine appréciable. Or il suffit de quelques parcelles de bicarbonate de soude ou de sulfate de zinc, dans cette solution, pour fournir un courant secondaire énergique; c'est ce qui fait que les piles à sulfate de mercure qui ne se polarisent que très-faiblement, quand elles sont neuves, deviennent très-inconstantes quand elles ont servi pendant quelque temps, et que le mercure réduit, en contact avec le charbon, est baigné par une solution liquide plus ou moins imprégnée de sulfate de zinc, ou autres sels impurs qui existent toujours dans les sulfates d'oxydule de mercure du commerce. C'est pour cette raison que j'avais conseillé de constituer les vases poreux de ces sortes de piles avec un double fond percé de trous, pour isoler le charbon du mercure et du liquide chargé de sulfate de zinc (1).

» Quand le mercure constitue l'électrode positive, il se produit également des courants secondaires très-énergiques, qui proviennent le plus souvent de l'oxydation du mercure, et de la réduction des sels qui en résultent par l'hydrogène condensé sur l'électrode négative. Ces courants sont beaucoup moins durables que ceux qui sont formés à l'électrode négative, et les plus

(1) Voir mon *Exposé des applications de l'électricité*, 2e édition, t. V, p. 91.

SOLUTIONS (le sel entrant pour un quart du poids de l'eau).	ÉTAT de la solution.	COURANT INITIAL avant l'électrolysation.	INTENSITÉ DU COURANT SECONDAIRE															SENS DU MOUVEMENT du mercure aux fermetures du courant.
			avec le mercure négatif,					avec le mercure positif,					avec une lame négative en platine,					
			au début	après 2 min.	après 5 min.	après 10 min.	après 15 min.	au début	après 2 min.	après 5 min.	après 10 min.	après 15 min.	au début	après 2 min.	après 5 min.	après 10 min.	après 15 min.	
			de l'interruption du courant polarisateur.					de l'interruption du courant polarisateur.					de l'interruption du courant polarisateur.					
		° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	° ′	
Eau distillée	Neutre	0. 0	2.00	0.00	″	″	″	1.30	0.00	″	″	″	2.00	0.00	″	″	″	vers +
Eau de fontaine	Neutre	0. 6	9.00	1.30	0.00	″	″	3.30	0.00	″	″	″	4.00	0.00	″	″	″	vers +
Eau acidulée au dixième	Acide	0.40	4.00	0.00	″	″	″	15.00	2.30	″	″	″	5.00	0.00	″	″	″	0 0
Chlorure de sodium	Neutre-alcal. après l'électr.	0.10	25.00	20.40	11.25	4.50	0.00	6.00	0.00	″	″	″	15.30	0.35	0.00	″	″	vers +
Potasse du commerce	Neutre	0.20	25.00	14.00	7.45	″	0.00	6.00	0.00	″	″	″	16.30	0.12	0.00	″	″	vers +
Bicarbonate de soude	Neutre	0.20	35.00	25.00	20.10	19.00	17.22	13.00	0.00	″	″	″	6.00	0.00	″	″	″	vers +
Sulfate de soude	Lég. acide	0.42	30.00	18.30	16.40	12.30	5.30	31.00	0.00	″	″	″	12.10	0.55	0.00	″	″	vers +
Sulfate de chaux	Neutre	0.00	16.30	6.00	4.00	2.00	0.40	13.00	0.00	″	″	″	6.30	0.00	″	″	″	v. + et —
Chlorhydrate d'ammoniaque	Lég. acide	0.18	56.00	3.30	0.00	″	″	40.00	2.30	0.00	″	″	40.00	1.35	0.24	0.00	″	vers +
Oxalate d'ammoniaque	Alcalin	0.00	27.00	0.00	″	″	″	19.00	3.00	0.00	″	″	3.30	0.00	″	″	″	vers +
Sulfate de bioxyde de mercure	Fort. acide	2.30	5.00	0.00	″	″	″	4.00	0.00	″	″	″	2.00	0.00	″	″	″	vers 0
Sulfate de zinc	Lég. acide	0.00	17.30	3.48	1.48	0.50	0.30	36.00	3.00	1.30	0.00	″	19.15	4,10	3.00	2.00	1.40	vers —
Sulfate de cuivre	Lég. acide	0.00	5.00	0.00	″	″	″	13.00	0.10	0.00	″	″	3.00	0.00	″	″	″	vers —
Sulfate de fer	Lég. acide	0.10	16.30	0.40	0.00	″	″	30.00	1.30	0.00	″	″	23.00	4.15	2.30	1.45	1.15	vers —
Sulfate de magnésie	Neutre	0.00	8.30	0.00	″	″	″	4.00	0.00	″	″	″	4.30	0.00	″	″	″	vers +
Sulfate d'alumine	Fort. acide	0.28	15.30	3.30	2.15	1.30	0.00	16.30	3.00	0.00	″	″	7.30	0.00	″	″	″	vers —
Azotate d'ammoniaque	Lég. acide	0.30	8.30	0.00	″	″	″	21.30	0.00	″	″	″	6.30	0.00	″	″	″	vers —
Cyanure de potassium	Fort. alcal.	0.30	27.00	13.00	0.00	″	″	8.10	0.00	″	″	″	4.00	0.00	″	″	″	vers +
Iodure de cadmium	Lég. acide	0.00	17.00	6.00	0.00	″	″	18.00	2.00	″	″	″	26.30	25.05	3.00	1.00	0.00	vers —
Carbonate de baryte	Lég. alcal.	0.00	5.00	0.00	″	″	″	4.30	0.00	″	″	″	2.00	0.00	″	″	″	vers +

Ces expériences ont été faites après une électrolysation de cinq minutes. On devra remarquer que les mouvements indiqués ne se rapportent qu'au premier instant de la fermeture du courant. Après un certain temps, il arrive le plus souvent que le mouvement change de sens. L'aplatissement de la goutte de mercure formant électrode peut provenir alors du changement de nature de sa surface, soit par suite de son alliage avec les métaux, soit par suite de son oxydation et des sels qui s'y forment.

importants que j'aie constatés résultent des solutions de sulfate de soude, de sulfate de zinc, de sulfate de fer et de chlorhydrate d'ammoniaque; quelquefois ces courants sont plus énergiques, pour une même solution, que ceux qui sont provoqués par l'électrode négative en mercure. D'autrefois c'est le contraire, et, pour qu'on puisse se faire une idée nette de ces effets différents, j'ai composé le tableau ci-contre, qui indique non-seulement l'intensité de ces courants après différentes périodes d'interruption du courant polarisateur, mais encore le courant initial dû à l'action de la solution sur le mercure, l'état acide ou alcalin de la solution, enfin le sens du mouvement du mercure au moment des fermetures du courant de la pile. Ces intensités, comme je l'ai dit dans mon avant-dernière Communication, ont été données par une boussole des sinus, à multiplicateur de 24 tours de spires, et par l'intermédiaire d'un circuit métallique de 12 kilomètres de fil télégraphique, de 4 millimètres de diamètre. La pile employée pour l'électrolysation était une pile à sable, de huit éléments de Chutaux anciennement chargés, et les chiffres que je donne sont les moyennes d'un certain nombre d'expériences, faites en différents moments. Ces expériences sont assez difficiles à faire, en raison de l'instabilité de ces courants; c'est pourquoi il ne faut considérer ces chiffres que comme approximatifs pour les intensités au début, mais ils suffisent pour qu'on puisse se faire une idée nette des effets produits. »

CHIMIE. — *Sur la purification de l'acide chlorhydrique.* Note de M. ENGEL, présentée par M. Wurtz.

« La pureté de l'acide chlorhydrique est indispensable dans certaines recherches chimiques, et pourtant on possède rarement un acide exempt d'arsenic. On peut purifier l'acide chlorhydrique par un procédé très-simple. Celui que je propose est fondé sur la réduction de l'acide arsénieux par l'acide hypophosphoreux. Tandis que l'acide arsénieux est *oxydé* plus facilement en solution alcaline, comme l'ont montré Penot et Mohr, il est *réduit* plus facilement en solution acide. L'acide arsénique est également réduit par l'acide hypophosphoreux.

» Voici comment on opère pour purifier un acide chlorhydrique arsénical. On introduit dans 1 litre d'acide chlorhydrique 4 à 5 grammes d'hypophosphite de potasse dissous dans un peu d'eau. Au bout d'un certain temps, une ou deux heures environ, le liquide jaunit, puis brunit et un précipité plus ou moins abondant, selon le degré d'impureté de l'acide, ne

tarde pas à se déposer. On attend que le dépôt soit fait et que le liquide soit tout à fait clair; ce qui a lieu ordinairement après quarante-huit heures environ. On décante alors l'acide chlorhydrique et on le distille. L'acide ainsi obtenu est complétement exempt d'arsenic et l'addition d'hypophosphite de potasse n'y introduit aucune autre impureté. Comme l'acide hypophosphoreux n'est pas volatil, on peut pousser la distillation *presque* jusqu'à siccité. Le résidu, ordinairement encore très-riche en hypophosphite de potasse, peut servir à une nouvelle opération. Si l'acide chlorhydrique renfermait du chlore, l'hypophosphite de potasse le débarrasserait également de cette impureté.

» Les moindres traces d'arsenic contenues dans un acide chlorhydrique sont précipitées par l'acide hypophosphoreux ou par l'hypophosphite de potasse.

» Lorsqu'on veut constater si un acide chlorhydrique est arsénical, on en traite une petite portion par l'hypophosphite de potasse et l'on chauffe. A l'ébullition l'action est presque instantanée.

» Du reste, ce procédé de purification est fort peu coûteux. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage des sucres par la méthode Barreswil.* Note de M. E. **Feltz**, présentée par M. Pasteur.

« Dans une Note communiquée à l'Académie des Sciences (1), j'ai montré que la liqueur cuprotartrique ne peut servir à doser le glucose en présence d'un excès de sucre cristallisable. Les expériences avaient été faites sur des solutions sucrées ne contenant que des traces de glucose. L'essai par liqueur titrée exige, dans ce cas, un temps assez long, et l'action réductrice du sucre de canne se trouve ainsi exagérée. On pouvait penser que, en opérant sur des mélanges plus riches en glucose, l'erreur serait assez faible pour devenir négligeable. Les expériences suivantes montrent qu'il n'en est pas ainsi.

» I. Une solution sucrée contenant, dans 100 centimètres cubes, 10 grammes de sucre cristallisable, 0,398 de sucre interverti, a été titrée à l'aide de 10 centimètres cubes de liqueur Viollette. On a trouvé $0^{gr},461$ de sucre interverti pour 100 centimètres cubes.

» II. Une autre solution sucrée contenant, dans 100 centimètres cubes, 15 grammes de sucre cristallisable, 0,298 de sucre interverti, a donné par l'essai, pour 100 centimètres cubes, 0,378 de sucre interverti.

---

(1) Séance du 21 octobre 1872.

» En répétant ce dernier essai, avec la précaution d'ajouter le liquide sucré par fractions plus petites, de manière à augmenter de moitié la durée de l'essai, on a trouvé, pour quantité de sucre interverti contenu dans 100 centimètres cubes, 0.425.

» On admet généralement que le sucre de canne n'est pas modifié par les solutions de soude caustique; on a même fondé un procédé de dosage du glucose sur l'action différente de la soude sur le glucose et sur le sucre. Divers essais m'ont prouvé que, dans les conditions d'alcalinité de la liqueur cuprique, la soude agit sur le sucre cristallisable.

» Il ne paraît pas inutile d'insister sur l'importance des erreurs qui peuvent résulter de l'emploi de la méthode Barreswil dans l'appréciation du degré de pureté des produits sucrés. . . . .

» M. Dubrunfaut, dans une série de Notes présentées à l'Académie (1), a appelé l'attention sur la présence du glucose dans les produits des fabriques et des raffineries de sucre. Le fait était connu, puisque, dès 1863, Renner a publié un travail consciencieux sur la présence du glucose dans les raffinés. Les résultats de M. Dubrunfaut se distinguent cependant par les doses considérables de glucose qu'il a trouvées dans les divers produits sucrés. Ces doses s'élèvent jusqu'à 1 pour 100, tandis que les quantités indiquées par les autres chimistes ne montent que par exception à 0,1 pour 100. Un sucre raffiné contenant $\frac{1}{2}$ pour 100 de glucose n'a plus la constitution d'un bon produit; sa consistance est affaiblie, et il attire avec rapidité l'humidité de l'air. Les résultats extraordinaires trouvés par M. Dubrunfaut ne se sont pas vérifiés par les analyses des essayeurs du commerce en ce qui concerne les sucres bruts, et je n'ai pu trouver de raffiné contenant plus de 0,1 de glucose pour 100 parties de sucre. Les résultats de M. Dubrunfaut paraissent reposer sur une erreur de dosage par la liqueur cuprique, et il est permis de discuter les conclusions que ce savant en a tirées, tant au point de vue scientifique qu'au point de vue industriel. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Expériences relatives à la respiration des poissons.* Note de M. **Quinquand**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« 1° La quantité d'oxygène absorbé est proportionnelle à l'unité de temps. Exemple : une Carpe (*Cyprinus carpio*) de 560 grammes respire $10^{cc},2$ d'oxygène en un quart d'heure, et $20^{cc},6$ en une demi-heure; un Cyprin doré de 33 grammes respire $1^{cc},48$ en une demi-heure, $0^{cc},72$ en un

(1) Séances des 1er mars, 15 mars et 5 avril 1869.

quart d'heure et 19 centimètres cubes en une demi-heure. (Ces chiffres ont été obtenus directement.)

» 2° La puissance relative du travail respiratoire chez les poissons diminue avec le poids; ainsi une Carpe de 28 grammes respire $0^{cc},4$ d'oxygène en cinq minutes, tandis qu'une Carpe de 1805 grammes n'absorbe que $7^{cc},5$ à 8 centimètres cubes dans le même laps de temps. Pour qu'il y eût proportion, il faudrait que cette dernière respirât $25^{cc},7$.

» 3° L'espèce ne paraît avoir qu'une légère influence sur l'activité respiratoire : pour des Carpes de 500 à 1000 grammes, le kilogramme absorbe de 16 à 18 centimètres cubes d'oxygène en un quart d'heure, et 30 à 34 centimètres cubes en une demi-heure. Au-dessus de 1000 grammes le kilogramme absorbe de 12 à 14 centimètres cubes en un quart d'heure. De même pour les Tanches de 500 grammes et au-dessus, le kilogramme absorbe de 16 à 19 centimètres cubes en un quart d'heure et de 31 à 35 centimètres cubes en une demi-heure. Pour les Anguilles (*Muræna anguilla*) de 500 grammes et au-dessus, le kilogramme respire environ de 12 à 14 centimètres cubes par quart d'heure, et 23 à 26 centimètres cubes en une demi-heure.

» 4° Quant aux poissons dont le poids est inférieur à 500 grammes, l'activité respiratoire est plus grande : ainsi, pour une Tanche de 185 grammes qui respire 2 centimètres cubes d'oxygène en 5 minutes, le kilogramme absorberait 32 centimètres cubes en un quart d'heure, et 60 centimètres cubes en une demi-heure; un Cyprin de 55 grammes respire $0^{cc},7$ en 5 minutes, ce qui ferait 37 centimètres cubes par kilogramme et par quart d'heure. Une Carpe de 28 grammes respire $0^{cc},3$ en 5 minutes et $1^{cc},8$ en une demi-heure, ce qui donne 32 centimètres cubes par kilogramme et par quart d'heure. Une Tanche de 224 grammes absorbe également 32 centimètres cubes d'oxygène par kilogramme et par quart d'heure.

» 5° Les carpes de 500 grammes à 1 kilogramme respirent de sept à neuf fois moins que l'homme pour le même temps et pour la même unité de poids de matière vivante; les Tanches pesant plus de 500 grammes ont une activité respiratoire neuf fois moindre que celle de l'homme.

» L'activité de la respiration est encore plus grande chez les Alevins; ainsi une Tanche de 142 grammes respire quatre fois et demie moins que l'homme; une Carpe de 28 grammes respire deux fois seulement moins que l'homme. Ici le rendement du travail respiratoire est donc considérable.

» 6° On sait que chez les Mammifères les nouveau-nés résistent plus que les adultes à l'asphyxie. Chez les poissons, le contraire semble avoir

lieu : ainsi 10 grammes d'Alevins (Anguilles de $0^{gr},20$ chacune) ont péri vingt-quatre heures avant d'autres Anguilles de 40 grammes placées dans le même bocal.

» 7° Il existe chez les poissons une respiration cutanée, qui a été signalée par Alex. de Humboldt et Provençal; mais elle est faible, puisqu'une Anguille de 320 grammes absorbe par la surface cutanée $0^{cc},34$ d'oxygène en une heure, et une autre Anguille de 530 grammes absorbe $0^{cc},58$ d'oxygène dans le même temps.

» Le dosage de l'oxygène a été fait par le procédé récemment modifié de MM. Schützenberger et Risler. Ce procédé, que j'ai eu l'occasion d'employer dans un grand nombre de dosages, est très-sensible, mais un peu délicat et exige une certaine habitude de ces sortes de recherches.

» Ces expériences ont été faites à la Sorbonne dans le laboratoire de M. Schützenberger. »

PHYSIOLOGIE. — *Faits pour servir à l'histoire des microzymas et des bactéries. Transformation physiologique des bactéries en microzymas, et des microzymas en bactéries, dans le tube digestif du même animal.* Note de MM. **A. Béchamp** et **A. Estor**.

» Dans plusieurs Communications antérieures, nous avons fait connaître les expériences qui démontrent, dans tous les tissus des animaux, la présence de microzymas, c'est-à-dire de granulations moléculaires mobiles, ayant une existence indépendante, et, comme le nom l'indique, de la nature et de la fonction des microphytes ferments.

» Ces microzymas peuvent être élevés en dehors de leur milieu habituel; ils continuent à vivre et à proliférer, si les matériaux de nutrition ne leur font point défaut, mais leur fonctionnement peut être dévié, et, en même temps, leur forme et leur aspect peuvent être aussi profondément modifiés. Nous avons souvent décrit l'association des microzymas deux à deux, ou en plus grand nombre, leur allongement, leur transformation en bactéries, bactéridies, avec ou sans noyau. Quelques observations nous avaient permis de décider la question du retour des bactéries en microzymas; mais toutes ces notions nous avaient été fournies par des expériences de laboratoire, faites en dehors de conditions physiologiques. Nous venons aujourd'hui soumettre à l'Académie les résultats d'observations faites sur des animaux vivants, dans les conditions les plus normales.

» Si l'on examine le contenu de l'estomac d'un chien en digestion, à la

suite d'un repas ordinaire (pain, viande, lard), on rencontre, dans la masse, des microzymas libres, mais surtout des microzymas associés, de petites bactéries mobiles, de grandes bactéries, des bactéridies, etc. Le pylore forme comme une barrière, derrière laquelle il n'y a plus une seule bactérie; il n'y a que des microzymas. Tout l'intestin grêle, normalement, ne contient pas une bactérie. Très-près de la valvule iléo-cæcale, on en voit quelques-unes petites, puis un plus grand nombre. Dans le gros intestin, il y en a un nombre infini de toutes dimensions; mais l'expérience peut être plus fructueuse : si l'animal a, sur un point quelconque de son tube intestinal, une cause d'irritation, les microzymas se développent aussitôt en bactéries. Ces conditions sont réalisées très-fréquemment chez le chien par la présence de tænias. A côté du parasite, il y a toujours des bactéries; elles peuvent disparaître plus bas, pour reparaître dans le gros intestin.

» Les deux expériences suivantes peuvent être données comme types d'observations de cet ordre :

» *Expérience du* 18 *mai* 1870. — A $1^h 15^m$, on donne à manger à un chien de petite taille du lait, du pain et du lard. Trente minutes après, l'animal est sacrifié par la section du bulbe. On enlève aussitôt tout le tube digestif et ses annexes en un seul paquet, et l'on se livre aux observations suivantes. — *Estomac* : soit dans la masse des aliments, soit à la surface de la muqueuse, on trouve des microzymas, libres ou accouplés, de petites bactéries mobiles, des chapelets de bactéries, des bactéridies. — *Intestin grêle* : microzymas en masse; il n'y a pas une bactérie; le pylore forme une ligne de démarcation absolue. Dans toute la longueur de l'intestin grêle, l'observation donne les mêmes résultats : on ne trouve pas une seule bactérie. — *Gros intestin* : bactéries de toutes grandeurs, bactéridies. La valvule iléo-cæcale forme une barrière comme le pylore (1).

» *Expérience du* 25 *mai* 1870. — A 1 heure de l'après-midi, un chien fait le même repas que celui du 18 mai; à 3 heures, il est tué par quelques gouttes d'acide prussique. On enlève tout le tube digestif, après avoir appliqué des ligatures à chacune de ses extrémités. — *Estomac* : comme dans l'expérience du 18 mai. — Dans les premières portions de l'intestin grêle, on trouve quelques bactéries, d'apparence granuleuse; il y a, en outre, une

---

(1) Le pylore et la valvule iléo-cæcale ne forment pas toujours des obstacles aussi absolus; souvent dans le duodénum il y a encore quelques bactéries, mais elles disparaissent bientôt. Quelques centimètres avant le gros intestin on voit souvent aussi les bactéries prendre naissance.

masse de microzymas et une foule de cellules d'épithélium cylindrique, très-granuleuses, à contours mal délimités. A 30 centimètres environ de l'estomac, il y a encore des bactéries; un peu plus loin, même observation : on trouve un tænia; à côté, bactéries nombreuses. Plus loin, dans une portion d'intestin libre, les bactéries deviennent très-rares. A 25 centimètres du gros intestin, on trouve une masse de petites bactéries naissantes; dans le gros intestin, grand nombre de bactéries volumineuses, comme au 18 mai.

» Dans des conditions physiologiques faciles à réaliser à volonté, on peut donc observer l'évolution complète des microzymas; ils nous offrent un des exemples les plus nets de ces générations alternantes, si fréquentes chez les végétaux comme chez les animaux inférieurs. »

PALÉONTOLOGIE. — *Débris de l'*Elephas priscus, *trouvés dans le terrain quaternaire des environs de Paris.* Note de M. **J. Reboux.**

« J'ai découvert des débris de l'*Elephas priscus* dans une carrière située à Levallois-Perret, entre les communes de Neuilly, Batignolles et Clichy (1). La couche supérieure du terrain est, comme toujours, le diluvium rouge légèrement couvert d'humus noir; terrain végétal, à cailloux anguleux, et sans fossiles. Au-dessous, se trouve une couche mêlée de cailloux roulés, d'argile, de sable et de calcaire; c'est dans cette couche que se trouve la pierre polie (*époque néolithique*), mais ce banc n'est pas constant dans le bassin de Paris.

» Le loës, qui est également sans fossiles, se trouve habituellement au-dessous du diluvium rouge; vient ensuite un banc de sable jaunâtre, caillouteux : c'est le gisement du Renne et de la pierre taillée (*époque mésolithique*). On y trouve également le Bœuf, les Cervidés et les espèces *Ovis capra*, les Équidés (Cheval), et le *Sus scrofa*.

» Au-dessous, est une couche d'argile glaiseuse, peu épaisse; puis, un banc très-puissant de sable blanc, cailloux roulés, blocs erratiques, où l'on trouve le Mammouth, le Rhinocéros, l'Hippopotame et les autres animaux indiqués plus haut. Vient ensuite une couche de sable et gravier rougi par l'oxyde de fer; au-dessous, une bande de graviers assez gros, mêlés

(1) Cette carrière, qui appartient à M. Bazile, a environ 300 mètres de long, sur 200 mètres de large; sa profondeur est de 10 mètres; mais, avant d'atteindre à cette profondeur, on est quelquefois au niveau de la Seine, et l'on drague à plusieurs mètres dans l'eau.

de peroxyde de manganèse, et divisés en plusieurs lames poussées obliquement par un courant et se mêlant quelquefois avec l'oxyde de fer; enfin, au-dessous, un banc de sable blanc très-fin et très-épais.

» Dans les parties inférieures de ce banc, le sable grossit, et devient caillouteux et à blocs erratiques, comme si les matières les plus denses étaient tombées au fond; c'est dans ce terrain qu'ont été trouvés les débris de l'*Elephas priscus*, qui consistent en trois spécimens :

» 1° Une partie de dent ne contenant que huit lames, mesurant 18 centimètres de long et 14 centimètres de large jusqu'au fond des racines, très-minces d'épaisseur; elle a été trouvée le 17 avril 1870.

» 2° J'ai trouvé, au mois de juin 1872, une molaire entière, mesurant 27 centimètres de long et 14 centimètres de large, c'est-à-dire depuis l'émail triturant jusqu'au fond des racines, contenant treize lames très-épaisses; mais la dent est beaucoup plus mince que celle des *Elephas antiquus* et *primigenius*.

» 3° Un autre fragment de quatre lames a été trouvé par moi dans la carrière Pivert, à côté de la précédente; c'est dans ces couches stratifiées que je trouve l'*Ursus spelæus*, le *Throgontherium* et l'*Halitherium*, la pierre éclatée (*époque paléolithique*). Tous les animaux, excepté le Renne, la Chèvre et le Mouton, se trouvent également dans le fond; l'ère géographique du *Priscus* ne m'est pas connue, mais l'horizon géologique est la fin du pliocène et le quaternaire. »

M. **Maumené** adresse quelques observations relatives aux Communications de MM. *P. Thenard* et *Arn. Thenard*, sur l'effluve électrique.

Cette Note sera transmise à M. P. Thenard.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures. D.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans la séance du 28 avril 1873, les ouvrages dont les titres suivent :

Sur la rotation sous l'influence magnétique de la décharge électrique dans les gaz raréfiés, et sur l'action mécanique que peut exercer cette décharge dans son mouvement de rotation; par MM. Aug. DE LA RIVE *et* Ed. SARAZIN. Genève, 1872; br. in-8°. (Tiré des *Archives des Sciences de la Bibliothèque universelle*, décembre 1872.)

Annales scientifiques de l'École Normale supérieure, publiées sous les auspices du Ministre de l'Instruction publique, par un Comité de rédaction composé de MM. les maîtres de conférences de l'École; 2e série, t. I, année 1872; t. II, année 1873, nos 1 à 4. Paris, Gauthier-Villars, 1873; in-4°. (Présenté par M. H. Sainte-Claire Deville.)

Carte du fleuve Paraguay depuis son embouchure jusqu'à l'Insuncion, levée d'après la route du Bisson, *en mars* 1858; *par* M. E. MOUCHEZ; Carte en deux feuilles grand aigle, publiée par le Dépôt des cartes et plans de la Marine. (Présenté par M. Dumas.)

Essai sur la géologie de la Palestine et des contrées avoisinantes, telles que l'Égypte et l'Arabie; par M. L. LARTET; 2e partie : *Paléontologie*. Sans lieu ni date; br. in-8°, avec figures et planches. (Présenté par M. Milne Edwards.)

Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon; t. Ier, 2e liv. Lyon, H. Georg, 1873; in-4°, avec planches. (Présenté par M. Milne Edvards.)

Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance; par S. CARNOT. Paris, Bachelier, 1824; in-8°.

Recherches pour servir à l'histoire des Lombriciens terrestres; par Ed. PERRIER. Paris, Guérin et Cie, 1872; in-4°. (Extrait des *Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle.*) [Présenté par l'auteur au Concours de Physiologie expérimentale, 1873.]

Histoire de la Zoologie; par F. HOEFER. Paris, Hachette, 1873; 1 vol. in-12. (Adressé par l'auteur au Concours de Statistique, 1873.)

Études cliniques sur les fistules vésico-vaginales; par les prof. DENEFFE et

VAN WETTER, *suivies d'un Rapport par* M. le D[r] BOUQUÉ. Gand, L. Hebbelynck, 1873; br. in-8°. (Extrait des *Annales de la Société de Médecine de Gand.*)

Ondulations de la craie dans le bassin de Paris; par M. HÉBERT. Paris, imp. Blot, 1873; br. in-8°.

Nouveaux documents relatifs à l'étage tithonique et à la zone à Ammonites polyplocus. Mayenne, imp. Derenne, sans date; br. in-8°.

Le servo-moteur ou moteur asservi. Ses principes constitutifs, variantes diverses. Applications à la manœuvre des gouvernails. Gouvernails à vapeur Farcot. Description théorique et pratique; par JOS. FARCOT. Paris, J. Baudry, 1873; in-8°, avec planches. (Présenté par M. Tresca.)

Dictionnaire industriel à l'usage de tout le monde; liv. 4. Paris, Lacroix, 1873; in-18.

Société agronomique du Nord. Études sur les résidus des industries rurales, leur utilisation comme engrais. Radicelles d'orge germée. Touraillons. Note sur la dolomie; par M. CORENWINDER. Lille, imp. E. Castiaux-Richez, 1873; br. in-8°.

Société agronomique du Nord. Bulletin des analyses effectuées pour l'agriculture; par M. CORENWINDER; 1[re] série, n[os] 1 à 10. Lille, imp. E. Castiaux-Richez, 1873; br. in-8°. (Ces deux derniers ouvrages sont extraits des *Archives du Comice agricole de Lille.*)

Annales des Ponts et Chaussées. Mémoires et documents, etc.; janvier 1873. Paris, Dunod, 1873; in-8°.

Fever and cholera from a new point of view; by AL. SMITH. Calcutta, W. Smith, 1873; 1 vol. in-12, relié.

An easy general rule for fitting up all magic squares; by S.-M. DRACH. London, sans lieu ni date; br. in-8°. (Extracted from the *Messenger of Mathematics.*)

On geometric dissections and transformations; by H. PERIGAL. London, sans lieu ni date; opuscule in-8°. (Extracted from the *Messenger of Mathematics.*)

Project of an instrument for the identification of persons for use in military establishments, police offices, etc., and for physiological and artistic research; by JOS. BONOMI. London, Longmans, Green and C°, 1872; br. in-8°.

Observations on base-length of great pyramid, and royal coffer's dimensions; by S.-M. DRACH. London, Harrison and Sons, 1872; br. in-8°.

Quarterly weather report of the meteorological Office; part II, april-june 1872. London, printed by G.-E. Eyre and W. Spottiswoode, 1873; in-4°.

Transactions of the zoological Society of London; vol. VIII, part III. London, printed for the Society, 1872; in-4°.

Proceedings of the scientific meetings of the zoological Society of London for the year 1872; part II, march-june. London, printed for the Society, 1872, in-8°.

Proceedings of the scientific meetings of the zoological Society of London, Index 1861-1870. Printed for Society, 1872; in-8°.

Anales del Museo publico de Buenos-Aires; entrega undecima. Buenos-Aires, imprenta de la Tribuna, 1873; in-4°.

Ricerche fisico-astronomiche intorno all' uranolito caduto nell' agro romano il 31 *di agosto* 1872, *del padre* G.-S. Ferrari. Roma, tip. delle Belle-Arti, 1873; in-4°.

Nederlandsch meteorologisch Jarboek voor 1868, *etc.;* twintigste Jaargang, tweede Deel. Utrecht, Kemink en Zoon, 1872; in-4° oblong.

Nederlandsch meteorologisch Jaarboek voor 1872, *etc.;* vier en twintigste Jaargang, eerste Deel. Utrecht, Kemink en Zoon, 1872; in-4° oblong.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1873.

Annales de Chimie et de Physique; avril 1873; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; mars, avril 1873; in-8°.

Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris; 6e liv., 1873; in-8°.

Annales de l'Observatoire météorologique de Bruxelles; n° 2, 1873; in-4°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; mars 1873; in-8°.

Annales du Génie civil; avril 1873; in-8°.

Annales industrielles; nos 14 à 18, 1873; in-4°.

Association Scientifique de France; Bulletin hebdomadaire, nos des 6, 13, 20, 27 avril 1873; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 184, 1873; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique; n° 3, 1873; in-8°.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique; n° 3, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société Botanique de France; Comptes rendus; n° 3, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale; mai 1873; in-4°.

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale; t. II, 1re liv., 1873; in-8° avec atlas in-fol.

Bulletin de la Société de Géographie; mars 1873; in-8°.

Bulletin de la Société française de Photographie; nos 3, 4, 1873; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; février à mai 1873; in-8°.

Bulletin de Statistique municipale; avril 1873; in-4°.

Bulletin général de Thérapeutique; nos des 15 et 30 avril 1873; in-8°.

Bulletin mensuel de la Société des Agriculteurs de France; n° 4, 1873; in-8°.

Bullettino meteorologico del R. Osservatorio del Collegio romano; n° 3, 1873; in-4°.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; nos 14 à 17, 1er semestre 1873; in-4°.

Chronique de l'Industrie; nos 61 à 65, 1873; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 39 à 52, 1873; in-4°.

Gazette médicale de Paris; nos 14 à 18, 1873; in-4°.

Gazette de Joulin, n° du 15 avril 1873; in-8°.

Il Nuovo Cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* mars 1873; in-8°.

Iron, nos 12 à 16, 1873; in-4°.

Journal de la Société centrale d'Horticulture; février, mars 1873; in-8°.

Journal de Médecine de l'Ouest; 1er trimestre, 1873; in-8°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; février, mars 1873; in-8°.

Journal d'Agriculture pratique; nos 14 à 17, 1873; in-8°.

Journal de l'Agriculture; nos 208 à 211, 1873; in-8°.

Journal de l'Éclairage au Gaz; nos 7, 8 et 9, 1873; in-4°.

Journal de Pharmacie et de Chimie; avril 1873; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; 15 et 30 avril 1873; in-8°.

Journal des Fabricants de Sucre; nos 51 à 52, 1873; in-folio.

Journal de Physique théorique et appliquée; avril 1873; in-8°.

Journal médical de la Mayenne; nos 1, 2, 1873; in-8°.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* nos 7, 8, 11, 1873; in-8°.

La Revue scientifique; nos 40 à 44, 1873; in-4°.

L'Abeille médicale; nos 14 à 18, 1873; in-4°.

L'Aéronaute; avril 1873; in-8°.

L'Art dentaire; avril 1873; in-8°.

L'Art médical; avril 1873; in-8°.

L'Imprimerie; mars 1873; in-4°.

Le Messager agricole; n° 3, 1873; in-8°.

Le Moniteur de la Photographie; nos 8, 9, 1873; in-4°.

Le Moniteur scientifique-Quesneville; avril 1873; gr. in-8°.

Les Mondes; nos 14 à 17, 1873; in-8°.

Magasin pittoresque; avril 1873; in-4°.

Marseille médical; n° 4, 1873; in-8°.

Matériaux pour l'histoire positive et philosophique de l'homme; t. IV, 1re liv., 1873; in-8°.

Montpellier médical. Journal mensuel de Médecine; avril 1873; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* mars 1873; in-8°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani; janvier et février 1873; in-4°.

Monatsbericht der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin; décembre 1872; in-8°.

Nachrichten.... *Nouvelles de l'Université de Gœttingue;* nos 2 à 9, 1873; in-12.

Nature; t. VII, n° 180, 1873; in-4°.

Nouvelles Annales de Mathématiques; avril 1873; in-8°.

Recueil de Médecine vétérinaire militaire; t. X, n° 3, 1873; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; n°s 7 et 8, 1873; in-8°.

Revue bibliographique universelle; avril 1873; in-8°.

Revue des Eaux et Forêts; avril 1873; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; n°s 8 et 9, 1873; in-8°.

Revue hebdomadaire de Chimie scientifique et industrielle; n°s 15 à 17, 1873; in-8°.

Revue médicale de Toulouse; avril 1873; in-8°.

Rendiconto della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; Napoli, n° 3, 1873; in-4°.

Société entomologique de Belgique; n° 85, 1873; in-8°.

Société d'Encouragement. Comptes rendus des séances; n° 6, 1873; in-8°.

Société des Ingénieurs civils; n°s 6 à 8, 1873; in-4°.

The Journal of the Franklin Institute; march, april 1873; in-8°.

The Food Journal; n°s 39, 1873; in-8°.